



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

ULB

Untersuchungen über Gießaggregat und Gußprodukt von Schnellsetzmaschinen

Greiner, Harry M.
(1964)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00013548>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Book

Division: 16 Department of Mechanical Engineering
16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/13548>

Harry M. Greiner

**Untersuchungen
über Gießaggregat und Gußprodukt
von Schnellsetzmaschinen**

Der Text wurde auf der Linotype-Schnellsetzmaschine 5c Quick
aus der 9 Punkt und 6 Punkt Linotype-Helvetica mit halbfetter gesetzt.

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Druckerei Lokay, Reinheim

Auflage: 700 Exemplare

**Untersuchungen
über Gießaggregat und Gußprodukt
von Schnellsetzmaschinen**

Von der Fakultät für Maschinenbau
an der Technischen Hochschule Darmstadt
zur Erlangung des Grades eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation

vorgelegt von Diplom-Ingenieur **Harry M. Greiner**
aus Mellenbach

Berichterstatter: Professor Dr. Wolfram Eschenbach
Mitberichterstatter: Professor Dr.-Ing. Carl Stromberger

Tag der Einreichung: 13. 2. 1964
Tag der mündlichen Prüfung: 1. 7. 1964

Der Text wurde auf der Linotype-Schnellsetzmaschine 5c Quick
aus der 9 Punkt und 6 Punkt Linotype-Helvetica mit halbfetter gesetzt.

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Druckerei Lokay, Reinheim

Auflage: 700 Exemplare

Es ist mir ein besonderes Bedürfnis, recht herzlich zu danken:

meinen hochverehrten Lehrern,

Herrn Professor Dr. Wolfram Eschenbach,

Inhaber des Lehrstuhles für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Hochschule Darmstadt, für die Anregung zu dieser Arbeit und für ihre Förderung, und

Herrn Professor Dr.-Ing. Carl Stromberger,

Inhaber des Lehrstuhles für Mechanische Technologie und Werkzeugmaschinen der Technischen Hochschule Darmstadt, für seine Anteilnahme an dieser Dissertation und seine Anleitung zur wissenschaftlichen Arbeit.

Herrn Generaldirektor Dr. Rudolf Hörter und Herrn Direktor Karl Debus,

von der Geschäftsleitung der Linotype GmbH, Frankfurt am Main und Berlin, die entgegenkommenderweise durch Zurverfügungstellung von Gerät und Material die Ausführung der Arbeit ermöglichten.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
A. Einleitung	7
1. Arbeitsweise der Zeilensetz- und Gießmaschine	7
2. Gießmaschine mit Gießaggregat	9
3. Zeile	16
4. Ziel der Arbeit	18
B. Schriftmetall	19
1. Grundsätzliches über das Schriftmetall	19
1. Anforderungen an das Schriftmetall	19
2. Fließ- und Formfüllungsvermögen des Schriftmetalls	19
3. Gebräuchliche Schriftmetalle auf Bleibasis	21
4. Einsatz von anderen Legierungen und Stoffen auf der Zeilensetz- und Gießmaschine	37
2. Härtere Einheitslegierung auf Bleibasis	38
3. Härtere Legierungen auf Zinkbasis	38
1. Untersuchungen zur Legierungswahl	41
1. Versuchsaufbau und -durchführung	42
2. Versuchsergebnis und Diskussion	42
2. Praktische Erprobung verschiedener Zinklegierungen	55
1. Versuchsaufbau und -durchführung	56
2. Versuchsergebnis und Diskussion	56
3. Aggressivität von Zinklegierungen im schmelzflüssigen Zustand	66
1. Versuchsaufbau und -durchführung	66
2. Versuchsergebnis und Diskussion	67
4. Beurteilung der Möglichkeiten der Legierungen auf Zinkbasis	67
4. Kunststoffe	69
C. Thermische Einflußgrößen beim Gießprozeß	71
1. Betrachtung des Betriebsverhaltens	72
1. Versuchsaufbau und -durchführung	72
1. Meßgeräte	74
2. Temperaturgeber	79
3. Versuchsbedingungen	83
2. Versuchsergebnis und Diskussion	83
2. Untersuchung des Regelverhaltens von Thermostaten verschiedener Ausführung	91
1. Versuchsaufbau und -durchführung	91
2. Versuchsergebnis und Diskussion	93
3. Kühlprozeß	100
1. Versuchsaufbau und -durchführung zur Ermittlung des Kühlwasserdurchflusses und der Kühlwasseraustrittstemperatur	104
2. Versuchsergebnis und Diskussion	105
D. Mechanische Einflußgrößen bei der Herstellung der Setzmaschinenzeile	109
1. Betrachtung des hydraulischen Prozesses	109

	Seite
1. Rechnungsgang	110
2. Diskussion des Ergebnisses	119
2. Messung der Kolbenkraft	122
1. Meßverfahren	122
1. Dehnungsmeßstreifen	123
2. Prinzip der Trägerfrequenzmeßbrücke	124
3. Prinzip des schreibenden Gerätes	124
2. Geber zur Messung der auf den Pumpenkolben einwirkenden Kraft	127
3. Versuchsaufbau und -durchführung	128
4. Versuchsergebnis und Diskussion	135
3. Messung der Ausschließkraft in der Matrizenzeile	143
1. Problem der Abdichtung während des Gießprozesses	143
1. Ausschließ- und Ausrichtvorgang	147
2. Ausschließkeil	150
2. Meßverfahren	154
3. Geber zur Messung der Ausschließkraft in der Matrizenzeile	154
4. Versuchsaufbau und -durchführung	158
5. Versuchsergebnis und Diskussion	162
6. Verlauf der Ausschließkraft bei Schnellausschließen	169
4. Ermittlung der Anpreßkraft des Gießmundes auf die Gießform	172
1. Rechnungsgang	172
2. Diskussion des Ergebnisses	175
3. Meßtechnische Überprüfung der Abnahme der Anpreßkraft während des Einspritzvorganges	176
1. Versuchsaufbau und -durchführung	176
2. Versuchsergebnis und Diskussion	178
E. Geometrische Einflußgrößen bei der Weiterverarbeitung der Setzmaschinenzeile	179
1. Schrifthöhe, Kegelstärke und Format	179
1. Meßtechnische Überprüfung der Verkrümmung der Zeile	181
1. Versuchsaufbau und -durchführung	183
2. Versuchsergebnis und Diskussion	183
2. Meßtechnische Überprüfung der Kegelstärke der Zeilen	183
1. Versuchsaufbau und -durchführung	183
2. Versuchsergebnis und Diskussion	186
2. Schriftbild	186
1. Beeinflussung der Qualität des Schriftbildes	188
1. Versuchsaufbau und -durchführung	188
2. Versuchsergebnis und Diskussion	191
2. Einfall des Schriftbildes von Großkegelzeilen	196
1. Versuchsaufbau und -durchführung	196
2. Versuchsergebnis und Diskussion	196
3. Porosität der Zeile	198
F. Heißer Satz und kalter Satz	201
(Gegenüberstellung von Bleisatz und Lichtsatz)	
1. Arbeitsweise einer Lichtsetzmaschine	204
2. Qualitätsvergleich zwischen Bleisatz und Lichtsatz	207
G. Weitere Entwicklungstrends in der Satzherstellung	210
H. Zusammenfassung und Ausblick	215
I. Literaturverzeichnis	217

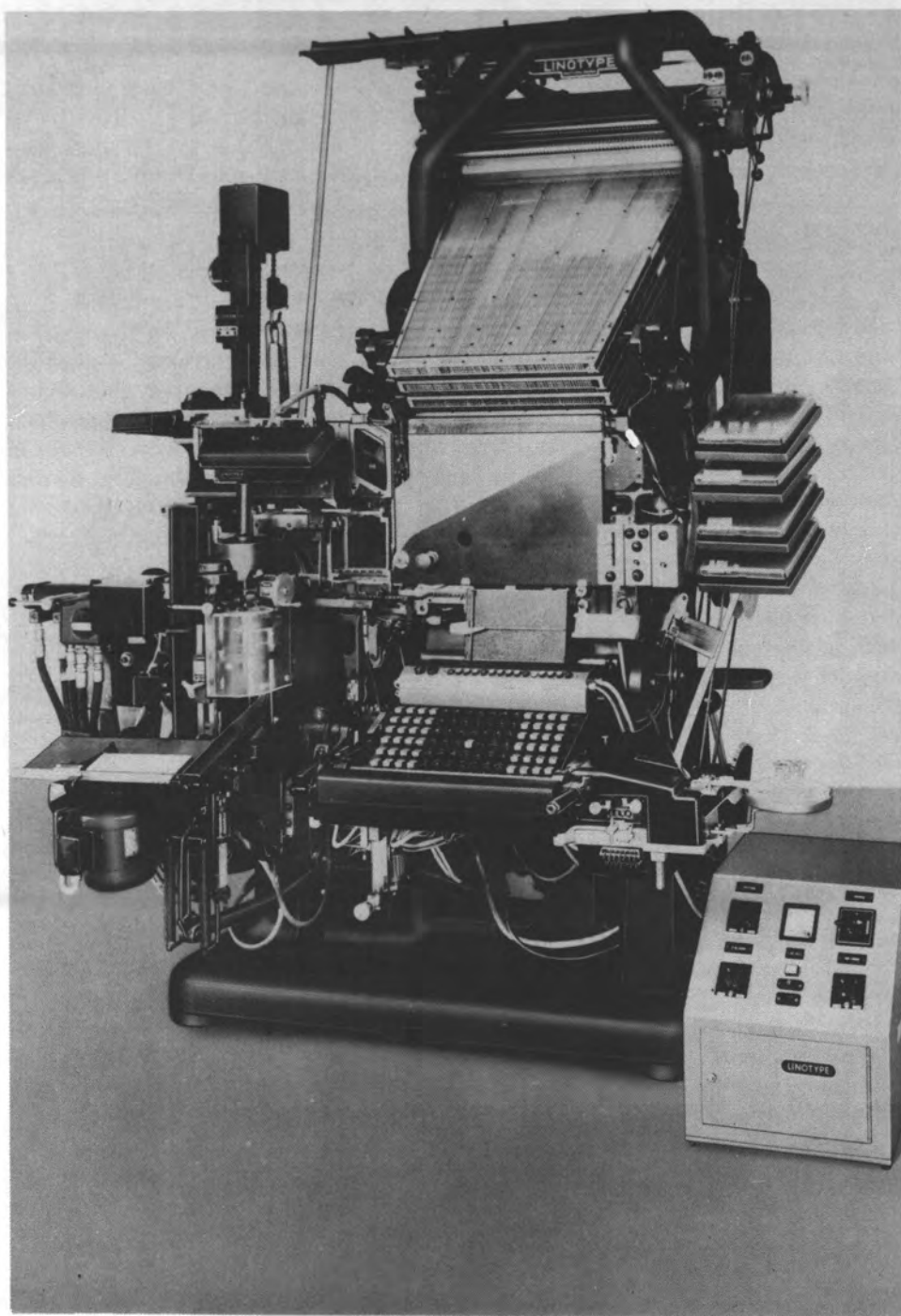
A. Einleitung

Zur wirtschaftlichen Herstellung des für die Produktion von Druckerzeugnissen benötigten Satzes wird heute vorwiegend die Zeilensetz- und Gießmaschine*) verwendet, und zwar im zunehmenden Maße als lochbandgesteuerte Schnellsetzmaschine. Der Satz wird von dieser Maschine in Form von aus Bleilegierungen gegossenen Zeilen erzeugt, deren Oberflächen die erhabenen seitenverkehrten Buchstabenbilder aufweisen. — Abbildung 1 auf Seite 8 gibt eine moderne Zeilensetz- und Gießmaschine wieder.

A. 1 Arbeitsweise der Zeilensetz- und Gießmaschine

In der Reihenfolge des manuellen Anschlages der Klaviaturtasten werden die Matrizen aus einem oder mehreren Magazinen ausgelöst, über einen Transportriemen, den Sammlerriemen, zum Sammlerelevator geführt und dort aneinandergereiht. Ausschließkeile nehmen den Platz der Wortzwischenräume ein. Ist die Zeile soweit gefüllt, daß sich kein weiteres Wort oder keine Silbe aus Matrizen mehr in den Sammler einbringen läßt, wird die Zeile vom Setzer durch Betätigung des Wegschickhebels der Maschine zur Verarbeitung übergeben. Der weitere Verlauf geht maschinell vor sich. Bei Schnellsetzmaschinen, d. h. lochbandgesteuerten Maschinen, wird von einer in die Tastatur eingreifenden Zusatzeinrichtung, dem Setzautomat, entsprechend den Kommandos im Lochband das Auslösen der Matrizen und das Wegschicken der gesammelten Matrizenzeile übernommen. Der Setzer kann mit der nächsten Zeile beginnen. Die Zeile wird inzwischen vom Sammlerelevator angehoben und zum I. Elevator überführt, der die Zeile zwischen die Backen des Schraubstocks bringt. Die lose zwischen den das Format bestimmenden Backen stehende Zeile wird durch das Anheben des Ausschließquerstückes und das hiervon bewirkte Austreiben der Spatienkeile — zwei Stahlstücke gleicher Steigung, die zueinander verschoben werden, und deren parallele Außenflächen sich dadurch kontinuierlich innerhalb eines begrenzten Bereiches verändern lassen — fest gegen die Backen gepreßt. Die nach einer Viertel-Umdrehung des Gießrades in Gießstellung stehende Gießform — im Gießrad sind vier Gießformen untergebracht — legt sich gegen die Matrizenzeile. Der mit flüssigem Schriftmetall gefüllte Gießtopf wird mit seinem Gießmund an die Gießform geführt. Der niedergehende Pumpenkolben spritzt das Schriftmetall in die Gießform gegen die Matrizen. Das Metall erstarrt in der Form und bildet dabei die Prägebilder der Matrizenzeile genau nach. Nach dem Guß macht das Gießrad eine Dreiviertel-Umdrehung. Während dieses Vorganges stellt sich das Fußmesser an die Rückseite der Gießform an und beschneidet unter Wegnahme der Angußbutzen die Zeile auf die exakte Höhe (Schrifthöhe). Am Ende der Drehbewegung befindet sich die Gießform in Ausstoßstellung. Von der Rückseite der Gießform her werden die Ausstoßfinger gegen die Zeile geführt, die die gegossene Zeile aus der Gießform

*) Das Wort Linotype ist in der Praxis der für die Zeilensetz- und Gießmaschine gebräuchliche Ausdruck.
Abb. 1, Seite 8: Modell 10a Quick der Firma Linotype GmbH, Berlin und Frankfurt am Main.
Vollautomatische Zeilensetz- und Gießmaschine als Vierablegermixonmodell mit Magazin- und Gieradverstellung vom Lochband, Hydrocentric-Schnellausschließer und automatischem Messerblock.



ausstoßen. Beim Ausstoßen wird die Zeile zwischen den beiden Seitenmessern hindurchgeführt und dabei auf Kegelmaß beschnitten. Die Matrizenzeile wird gleich nach dem Guß durch den oberen Überführungskanal auf den II. Elevator überführt, der sie nach oben hebt, wo sie von dem Matrizenschieber befördert über das Ablegeschloß auf die Ablegezahnstangen gelangen, entlang der sie von den Ablegetransportspindeln bewegt werden.

Die Verzahnung der Matrizen und der Ablegezahnstange ist so aufeinander abgestimmt, daß jede Matrice über dem ihr zugeordneten Magazinkanal von der Zahnstange abfällt und durch Einlaufbleche in diesen gleitet, wo sie für die Wiederverwendung zur Verfügung steht. Die Spatienkeile sind nicht verzahnt, sie bleiben bei der Überführung der Zeile auf den II. Elevator im oberen Zwischenkanal stehen und werden dann von dem Fanghaken in den Keilkasten befördert.

Die Linotype-Zeilensetz- und Gießmaschine erfüllt mit ihren Funktionen alle zum Setzen gehörende Tätigkeiten: Setzen, Ausschließen und Ablegen, wobei allein das Setzen die Mitwirkung des Menschen erfordert, sei es an der Maschine selbst, oder mittelbar bei der Erzeugung des Lochstreifens. Die Maschinenfunktionen erfolgen selbsttätig und zeitgleich mit dem Setzen der nächsten Zeilen. Im Regelfall sind drei Matrizenzeilen in der Maschine: Zeile 3*) wird gesetzt, Zeile 2 wird abgegossen und Zeile 1 wird abgelegt. In der Abbildung 2 auf Seite 10 ist der Matrizenkreislauf dargestellt.

A. 2 Gießmaschine mit Gießaggregat

Im Arbeitsablauf der Zeilensetz- und Gießmaschine ist zur Herstellung des Produktes, der Setzmaschinenzeile, ein Druckgußprozeß eingeschlossen. Die den Prozeß ausführende Gießmaschine, im Prinzip eine Warmkammerdruckgußmaschine, soll hier in ihrer modernsten Ausführung, mit dem unter maßgeblicher Beteiligung des Verfassers entwickelten „Linotharm-Gießaggregat“ (***) der Linotype GmbH. beschrieben werden (Abb. 3, Seite 11).

Der Gießtopf selbst besteht aus zwei Teilen, dem Hals und dem Kessel, die nach Bearbeitung, die zur Beseitigung der durch den Sandguß bedingten Unebenheiten dient, zusammengeschraubt werden. Er ist allseitig isoliert im Gießtopfmantel aufgehängt. Die vordere Aufhängung übernimmt ein Tragstab, der auf beiden Seiten im Mantel gelagert ist, und auf der linken Seite durch zwei Nutmutter axial gehalten wird. Mit Hilfe dieser Nutmutter und dem auf dem Tragstab aufgeschnittenen Gewinde kann der Topf seitlich im Gießtopfmantel verschoben werden, um die Bohrungsreihe des Gießmundes zum Gießformschlitz auszurichten.

Der rückwärtigen Lagerung des Gießtopfes im Mantel dient eine Nase am Kessel, in der eine Tragschraube sitzt, die sich in einen Ausschnitt des Gießtopfmantels

*) Die Numerierung gibt die zeitliche Reihenfolge an.

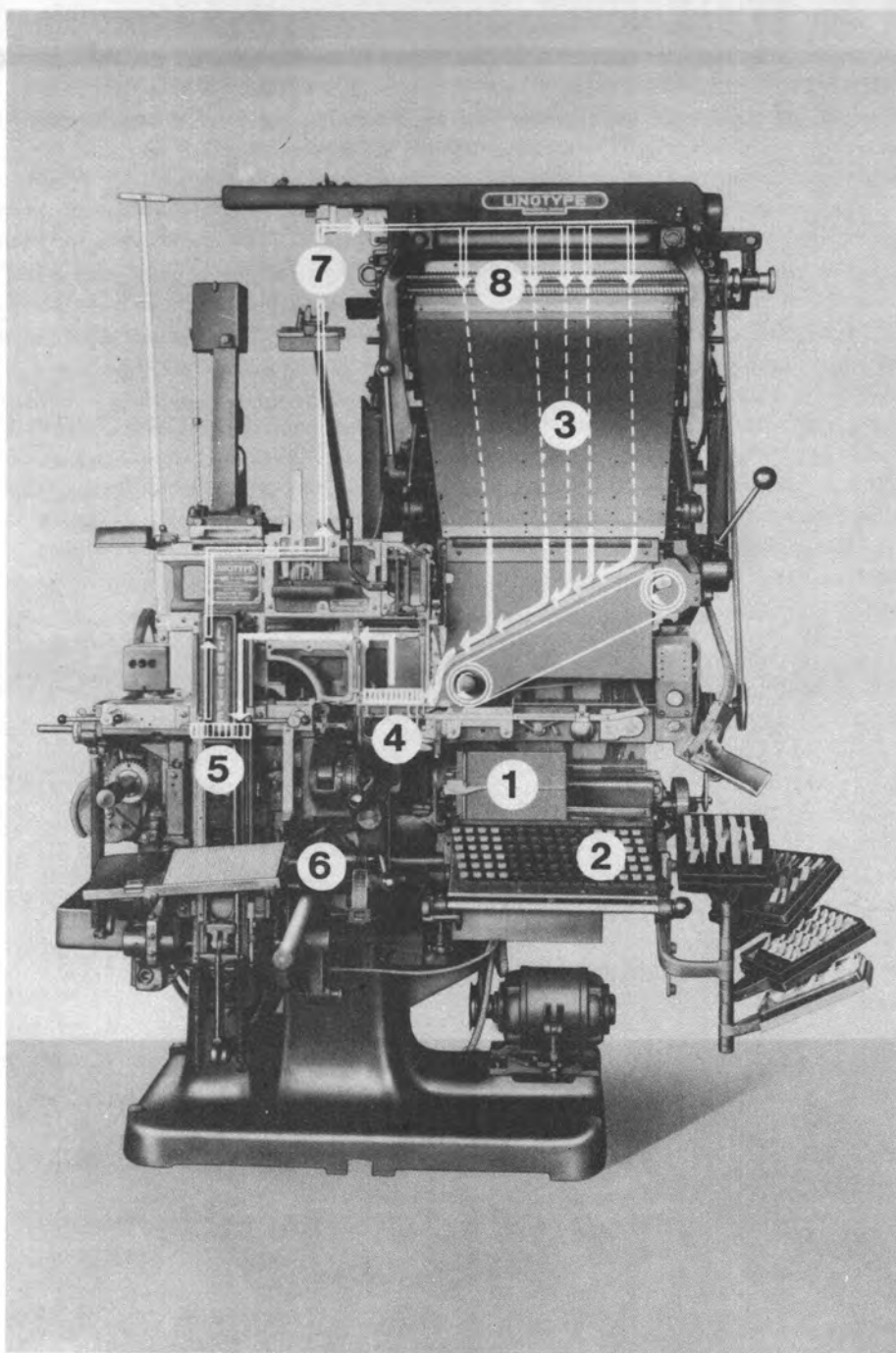
**) In der Terminologie der graphischen Industrie wird bei der Zeilensetz- und Gießmaschine das Gießaggregat der Gießmaschine vorwiegend als Heizung oder Gießtopf bezeichnet.

***) Lit. 18, Lit. 19, Lit. 20.

Abbildung 2, Seite 10: Matrizenkreislauf

- 1 Manuskript
- 2 Klaviatur
- 3 Magazin
- 4 Sammlerelevator

- 5 I. Elevator
- 6 Zeilenschiff
- 7 II. Elevator
- 8 Ableger



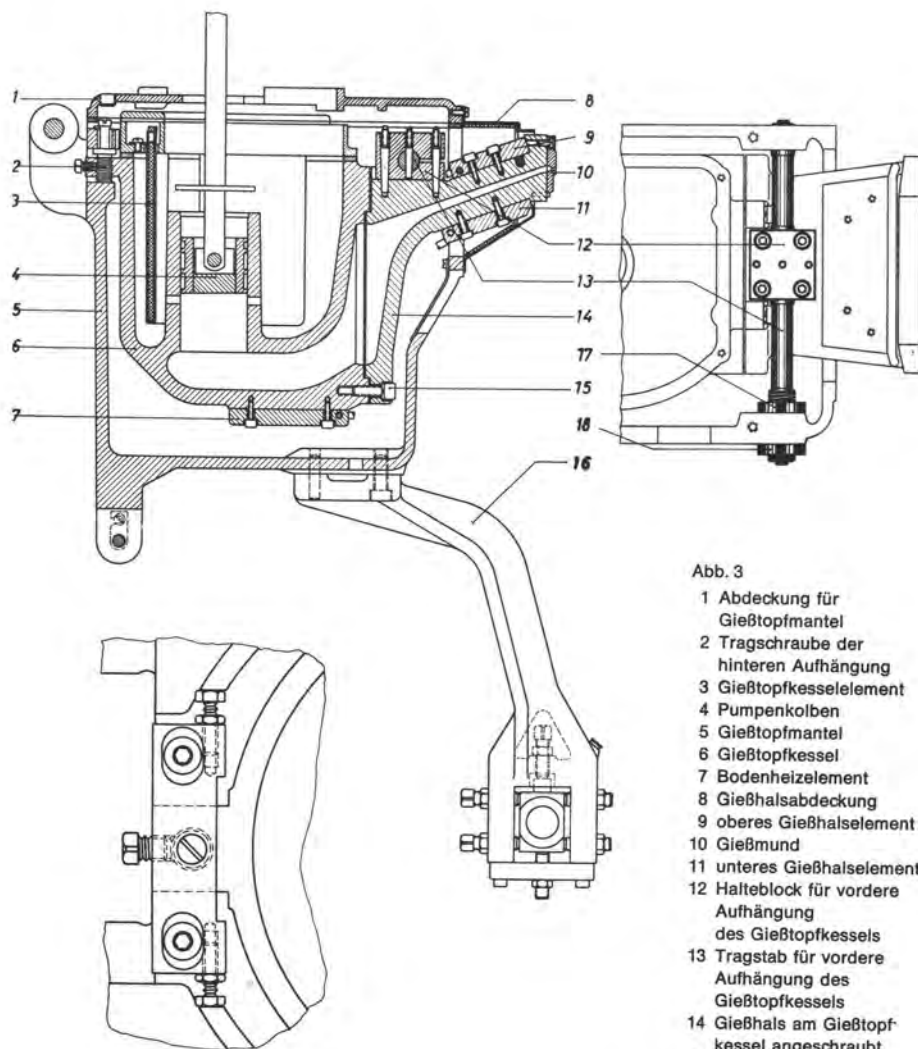


Abb. 3

- 1 Abdeckung für Gießtopfmantel
- 2 Tragschraube der hinteren Aufhängung
- 3 Gießtopfkessel
- 4 Pumpenkolben
- 5 Gießtopfmantel
- 6 Gießtopfkessel
- 7 Bodenheizelement
- 8 Gießhalsabdeckung
- 9 oberes Gießhalselement
- 10 Gießmund
- 11 unteres Gießhalselement
- 12 Halteblock für vordere Aufhängung des Gießtopfkessels
- 13 Tragstab für vordere Aufhängung des Gießtopfkessels
- 14 Gießhals am Gießtopfkessel angeschraubt
- 15 Befestigungsschraube für Gießhals
- 16 Gießtopffuß am Gießtopfmantel angeschraubt
- 17 innere Nutmutter für seitliche Verstellung des Gießtopfes
- 18 äußere Nutmutter dto.

Linotherm - Gießaggregat

abstützt. Die obere Lagesicherung der Tragschraube geschieht über eine Brücke. Durch Verstellung der Tragschraube läßt sich der Gießtopf zur Justierung des Gießmundes um die Achse des Tragstabes schwenken.

An den Gießtopfmantel sind Füße angeschraubt, mit denen der Gießtopf mit dem Gießtopfmantel einstellbar in der Setzmaschine gelagert ist. Nach oben und nach vorn ist der Gießtopfmantel durch Abdeckhauben abgeschlossen.

Zur Beheizung des Kessels dienen 3 Taschenheizkörper von je 450 Watt Leistung, die in die Schriftmetallschmelze eintauchen. Von außen wird der Gießtopf durch drei Heizkörper von je 500 Watt Leistung erwärmt, die auf der Ober- und Unterseite des Halses und am Boden des Gießtopfes aufgeschraubt sind. Bei diesen Heizelementen ist ein schleifenförmig gebogener Rohrheizkörper in eine wärmebeständige Messinglegierung eingegossen.

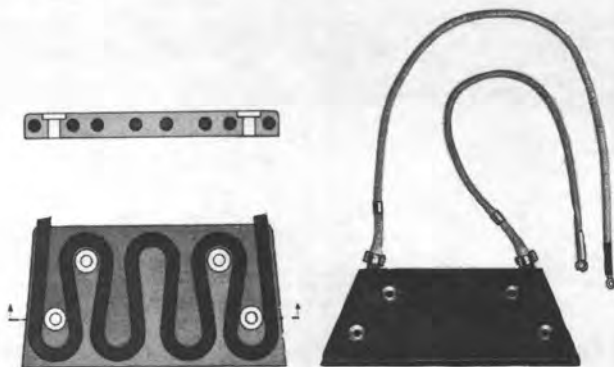


Abb. 4
Oberes Heizelement für den
Gießtopfhals

Die Temperatur des Bades wie die der Gießmundzone werden thermostatisch geregelt, wobei die Thermostate nur zur Steuerung der Schaltschütze dienen, die den Heizstrom für die beiden Heizkreise schalten. Der Temperaturfühler des Kesselthermostates befindet sich im Metallbad in unmittelbarer Nähe der durch den Metallzuführer automatisch nachgeführten Schriftmetallstange. Der Temperaturfühler für den Gießmundthermostat ist in eine Nut im Gießhals in der Nähe des Gießmundes eingelegt.

Der Pumpenkolben weist auf einem topfförmigen Körper sitzende bewegliche Kolbenringe und Distanzbuchsen auf.

Zum Guß der Zeile dient die Gießform. Die Gießform ist durch Auswechseln der Einsatz- und Formatstücke veränderbar. Im Gießrad sind im Normalfall vier Gießformen untergebracht, die jeweils zwischen zwei Kühlleisten sitzen, die ihrerseits Bestandteile eines wasserdurchflossenen Kühlsystems sind. Die unteren Kühlleisten sind über je zwei Schrauben verstellbar, um die Gießformen zum Ausstoßer und zum Seitenmesser einzurichten. Die Kühlwassermenge kann mit Hilfe eines Dosiergerätes eingestellt werden.

Das Schriftbild der Zeile wird durch die Gießbilder der gesammelten Matrizenzeile bestimmt, die beim Guß zwischen den Backen des Schraubstockes steht und durch

die Keile oder die Ausschließ- und Zentriervorrichtung fugendicht ausgeschlossen ist. Als Werkstoff für die Matrize wird Hartmessing verwendet. Die Gießbilder — im Normalfall zwei, für Großkegelguß eins — sind in die hintere Längsseite der Matrize eingeprägt. An den Breitseiten der Matrize befinden sich die Dichtungsflächen.

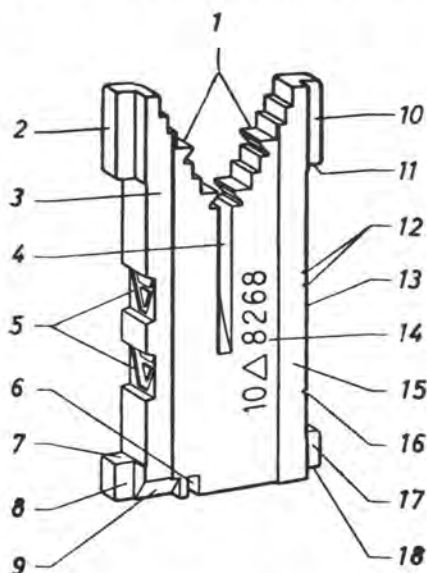


Abb. 5

Die Linotype-Matrize

- 1 Zahnung
- 2 hinteres Ohr
- 3 Dichtungsfläche
- 4 Anhebeschlitz
- 5 Schriftbilder
- 6 Kontrollschlitz
- 7 Justierfläche
- 8 hinteres unteres Ohr
- 9 Bildschutz-Ausfräsung
- 10 vorderes oberes Ohr
- 11 Justierfläche
- 12 Signatur
- 13 Lesemarke
- 14 Schriftgrad und Schriftnummer
- 15 Dichtungsfläche
- 16 Schriftkegel-Signatur
- 17 vorderes unteres Ohr
- 18 Justierfläche

Welches Bild zum Abguß kommt, wird einmal beim Sammeln, andererseits durch die Stellung des ersten Elevators über Halbfettschieber bzw. Halbfettschieber plus umlegbarem Anschlag bestimmt.

Den Fußbeschnitt der Zeile übernimmt das bewegliche Fußmesser, das sich mit dem Messerblatt beim Beschnitt kraftschlüssig an die Rückseite der Gießform anlegt (Abb. 6, Seite 15). Der Beschnitt auf das Kegelmaß erfolgt im Messerblock. Die Messerblätter sind justierbar, das rechte Messerblatt ist mit einem Handgriff über eine Verstellmechanik auf die gewünschte Kegelstärke einstellbar.

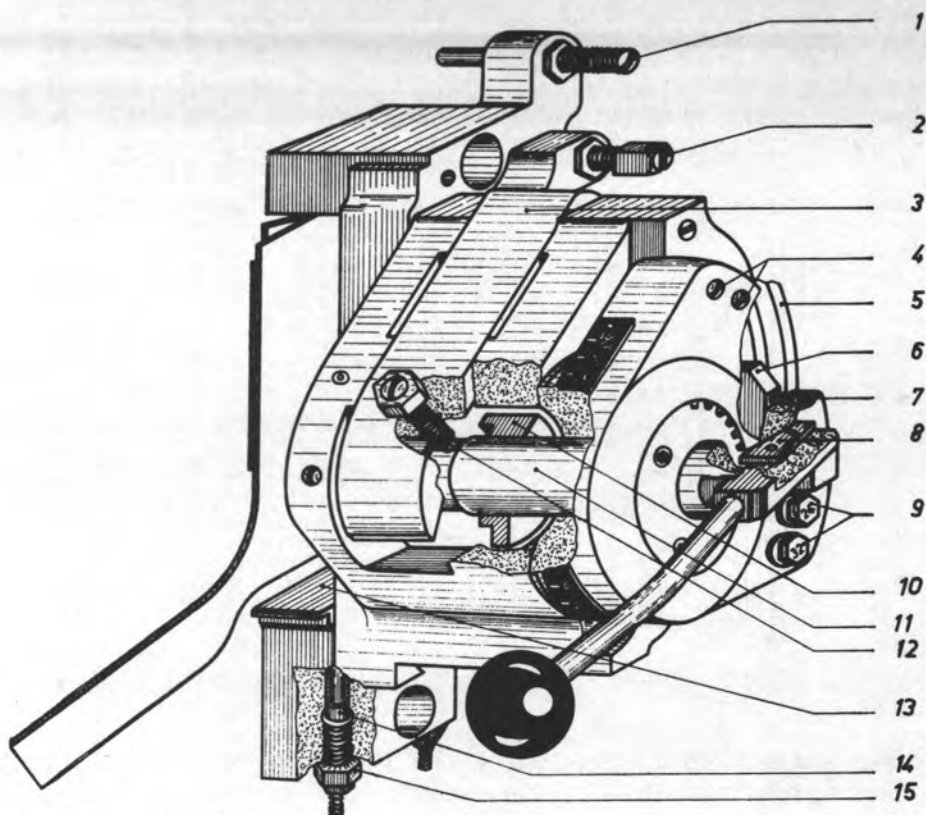


Abb. 7 Messerblock für Ein-Griff-Bedienung

- | | |
|---|--|
| 1 Regulierschraube für die rechte Formatbacke | 9 Kegelbuchse |
| 2 Regulierschraube für das linke Seitenmesser | 10 Kurvenstück auf der Schaltachse |
| 3 Klemmhebel | 11 Schaltachse |
| 4 Kegelschrauben | 12 Stellschraube im Klemmhebel |
| 5 Messerschlitten | 13 Gleitstück für die Zeilen |
| 6 Anschlagstück für die Kegelschrauben | 14 Distanzhülse |
| 7 Kegelschraube | 15 Stellschraube für die Höhenstellung |
| 8 Rastnase | |

Damit sind die zur Gießmaschine gehörenden Teile in großen Zügen dargestellt worden. Auf Einzelheiten, die für die Arbeit von Bedeutung sind, wird an den entsprechenden Stellen eingegangen.

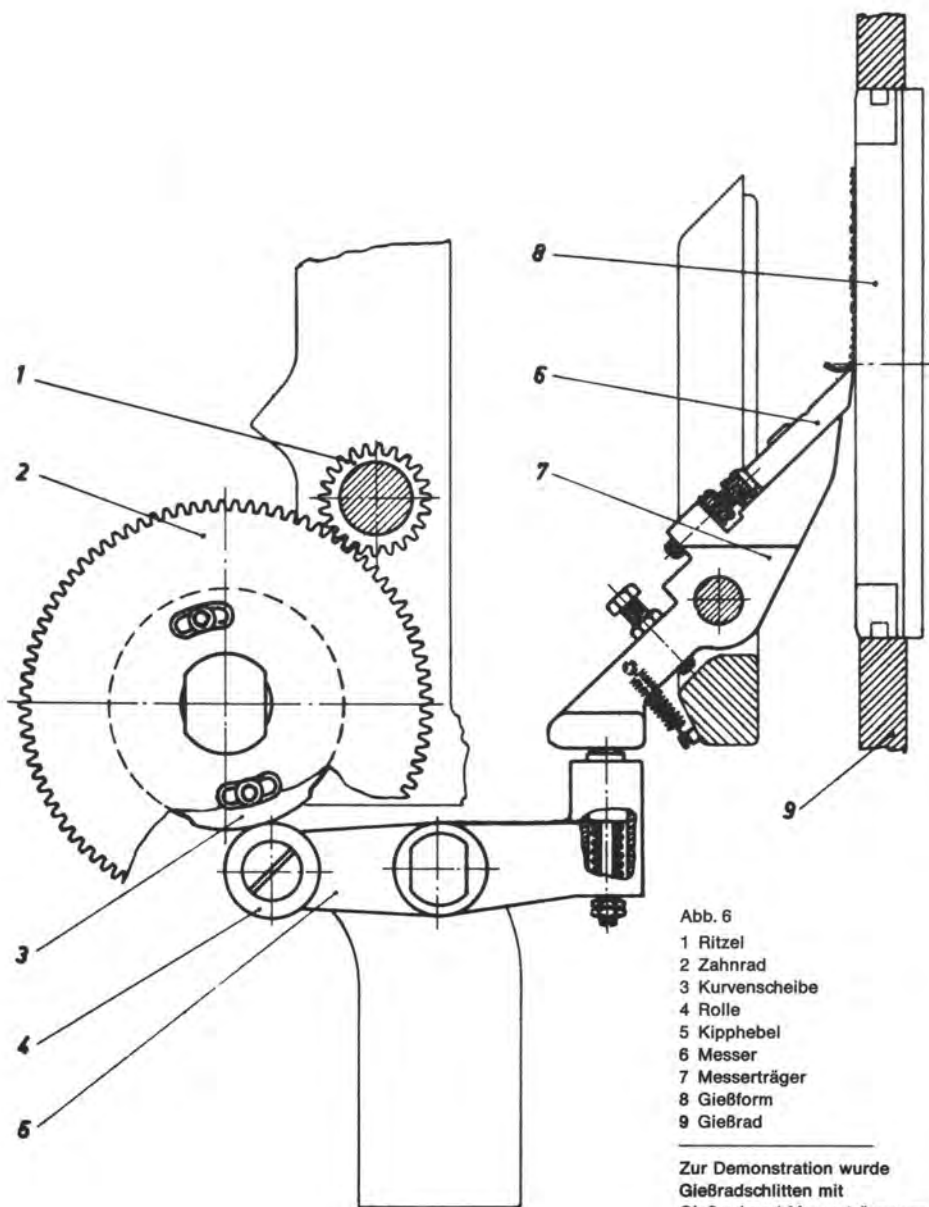


Abb. 6

- 1 Ritzel
- 2 Zahnrad
- 3 Kurvenscheibe
- 4 Rolle
- 5 Kippscheitel
- 6 Messer
- 7 Messerträger
- 8 Gießform
- 9 Gießrad

Zur Demonstration wurde
Gießradschlitten mit
Gießrad und Messerträger um
90° nach rechts geklappt.

Gesteuertes, federnd anliegendes Fußmesser

A. 3 Zeile

Wie schon der Name sagt, ist das eigentliche Produkt der Zeilensetz- und Gießmaschine die vorwiegend aus einer Bleilegierung gegossene Zeile:

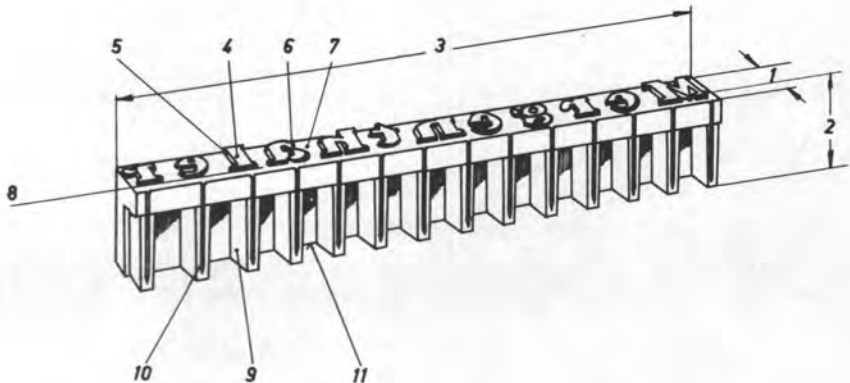


Abb. 8 Setzmaschinenzeile mit ihren Begriffsbestimmungen

- | | | |
|---------------|----------------|-------------------|
| 1 Kegel | 5 Konus | 9 Rippe |
| 2 Schrifthöhe | 6 Punzen | 10 Beschnittrippe |
| 3 Format | 7 Schulter | 11 Fuß |
| 4 Schriftbild | 8 Schriftlinie | |

Fertigungstechnisch ist die Setzmaschinenzeile einmal ein Massenprodukt, soweit es sich um den Zeilenkörper handelt, der stets gleich oder zumindest in der Form ähnlich ist. Das andere Mal ist in bezug auf das Schriftbild jede Zeile eine Sonderanfertigung, da das zum Satz vorliegende Manuskript Wiederholungen des durch den Text bestimmten Schriftbildes ausschließt.

Die geometrischen Maße der Zeile werden durch Schrifthöhe, Kegel und Format bestimmt. Dabei ist die Schrifthöhe eine von der Druckmaschine vorgegebene Größe, während Kegel und Format von der Art der Satzarbeit abhängen. Auf der Zeilensetz- und Gießmaschine lassen sich Zeilen im Kegelbereich von 4 bis 42 Punkt*) und im Formatbereich von 2 bis 42 Cicero*) herstellen, wobei 6 bis 36 Punkt und 4 bis 28 Cicero als Normalbereiche gelten, für die keine zusätzliche Ausrüstung der Maschine erforderlich ist. Für die Produktion der Zeile gilt, daß die Toleranzen für den Kegel $\pm 10 \mu\text{m}$ und für das Format und die Schrifthöhe $\pm 20 \mu\text{m}$ nicht überschreiten dürfen.

*) Die Einheit im typografischen Maßsystem, dem deutsch-französischen Normalsystem ist, wie nach DIN 16 507 festgelegt, der Punkt = 0,376065 mm bei 20 ° C. — Nach DIN 16 507 ist ferner das Kurzzeichen für Punkt ein „p“, in der Praxis jedoch meistens ein hochgestellter „.“. — Das Format wird in Cicero angegeben, wobei 1 Cicero = 12 Punkt $\approx 4,513$ mm ist. Die Werte für Punkt/Cicero/mm bis 42 Cicero wurden in der Tabelle 1 auf Seite 17 zusammengestellt.

Cic.	0	1/12	2/12	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	10/12	11/12
0	0,000000	0,376065	0,752130	1,128195	1,504260	1,880325	2,256390	2,632455	3,008520	3,384585	3,760650	4,136715
1	4,512780	4,888845	5,264910	5,640975	6,017040	6,393105	6,769170	7,145235	7,521300	7,897365	8,273430	8,649495
2	9,025560	9,401625	9,777690	10,153755	10,529820	10,905885	11,281950	11,658015	12,034080	12,410145	12,786210	13,162275
3	13,538340	13,914405	14,290470	14,666535	15,042600	15,418665	15,794730	16,170795	16,546860	16,922925	17,298990	17,675055
4	18,051120	18,427185	18,803250	19,179315	19,555380	19,931445	20,307510	20,683575	21,059640	21,435705	21,811770	22,187835
5	22,563900	22,939965	23,316030	23,692095	24,068160	24,444225	24,820290	25,196355	25,572420	25,948485	26,324550	26,700615
6	27,076680	27,452745	27,828810	28,204875	28,580940	28,957005	29,333070	29,709135	30,085200	30,461265	30,837330	31,213395
7	31,589460	31,965525	32,341590	32,717655	33,093720	33,469785	33,845850	34,221915	34,597980	34,974045	35,350110	35,726175
8	36,102240	36,478305	36,854370	37,230435	37,606500	37,982565	38,358630	38,734695	39,110760	39,486825	39,862890	40,238955
9	40,615020	40,991085	41,367150	41,743215	42,119280	42,495345	42,871410	43,247475	43,623540	43,999605	44,375670	44,751735
10	45,127800	45,503865	45,879930	46,255995	46,632060	47,008125	47,384190	47,760255	48,136320	48,512385	48,888450	49,264515
11	49,640580	50,016645	50,392710	50,768775	51,144840	51,520905	51,896970	52,273035	52,649100	53,025165	53,401230	53,777295
12	54,153360	54,529425	54,905490	55,281555	55,657620	56,033685	56,409750	56,785815	57,161880	57,537945	57,914010	58,290075
13	58,666140	59,042205	59,418270	59,794335	60,170400	60,546465	60,922530	61,298595	61,674660	62,050725	62,426790	62,802855
14	63,178920	63,554985	63,931050	64,307115	64,683180	65,059245	65,435310	65,811375	66,187440	66,563505	66,939570	67,315635
15	67,691700	68,067765	68,443830	68,819895	69,195960	69,572025	69,948090	70,324155	70,700220	71,076285	71,452350	71,828415
16	72,204480	72,580545	72,956610	73,332675	73,708740	74,084805	74,460870	74,836935	75,213000	75,589065	75,965130	76,341195
17	76,717260	77,093325	77,469390	77,845455	78,221520	78,597585	78,973650	79,349715	79,725780	80,101845	80,477910	80,853975
18	81,230040	81,606105	81,982170	82,358235	82,734300	83,110365	83,486430	83,862495	84,238560	84,614625	84,990690	85,366755
19	85,742820	86,118885	86,494950	86,871015	87,247080	87,623145	87,999210	88,375275	88,751340	89,127405	89,503470	89,879535
20	90,255600	90,631665	91,007730	91,383795	91,759860	92,135925	92,511990	92,888055	93,264120	93,640185	94,016250	94,392315
21	94,768380	95,144445	95,520510	95,896575	96,272640	96,648705	97,024770	97,400835	97,776900	98,152965	98,529030	98,905095
22	99,281160	99,657225	100,033290	100,409355	100,785420	101,161485	101,537550	101,913615	102,289680	102,665745	103,041810	103,417875
23	103,793940	104,170005	104,546070	104,922135	105,298200	105,674265	106,050330	106,426395	106,802460	107,178525	107,554590	107,930655
24	108,306720	108,682785	109,058850	109,434915	109,810980	110,187045	110,563110	110,939175	111,315240	111,691305	112,067370	112,443435
25	112,819500	113,195565	113,571630	113,947695	114,323760	114,699825	115,075890	115,451955	115,828020	116,204085	116,580150	116,956215
26	117,332280	117,708345	118,084410	118,460475	118,836540	119,212605	119,588670	119,964735	120,340800	120,716865	121,092930	121,468995
27	121,845060	122,221125	122,597190	122,973255	123,349320	123,725385	124,101450	124,477515	124,853580	125,229645	125,605710	125,981775
28	126,357840	126,733905	127,109970	127,486035	127,862100	128,238165	128,614230	128,990295	129,366360	129,742425	130,118490	130,494555
29	130,870620	131,246685	131,622750	131,998815	132,374880	132,750945	133,127010	133,503075	133,879140	134,255205	134,631270	135,007335
30	135,383400	135,759465	136,135530	136,511595	136,887660	137,263725	137,639790	138,015855	138,391920	138,767985	139,144050	139,520115
31	139,896180	140,272245	140,648310	141,024375	141,400440	141,776505	142,152570	142,528635	142,904700	143,280765	143,656830	144,032895
32	144,408960	144,785025	145,161090	145,537155	145,913220	146,289285	146,665350	147,041415	147,417480	147,793545	148,169610	148,545675
33	148,921740	149,297805	149,673870	150,049935	150,426000	150,802065	151,178130	151,554195	151,930260	152,306325	152,682390	153,058455
34	153,434520	153,810585	154,186650	154,562715	154,938780	155,314845	155,690910	156,066975	156,443040	156,819105	157,195170	157,571235
35	157,947300	158,323365	158,699430	159,075495	159,451560	159,827625	160,203690	160,579755	160,955820	161,331885	161,707950	162,084015
36	162,460080	162,836145	163,212210	163,588275	163,964340	164,340405	164,716470	165,092535	165,468600	165,844665	166,220730	166,596795
37	166,972860	167,348925	167,724990	168,101055	168,477120	168,853185	169,229250	169,605315	170,081380	170,457445	170,833510	171,209575
38	171,485640	171,861705	172,237770	172,613835	172,989900	173,365965	173,742030	174,118095	174,494160	174,870225	175,246290	175,622355
39	175,999820	176,375885	176,751950	177,128015	177,504080	177,880145	178,256210	178,632275	179,008340	179,384405	179,760470	180,136535
40	180,511200	180,887265	181,263330	181,639395	182,015460	182,391525	182,767590	183,143655	183,519720	183,895785	184,271850	184,647915
41	185,023980	185,400045	185,776110	186,152175	186,528240	186,904305	187,280370	187,656435	188,032500	188,408565	188,784630	189,160695
42	189,536760											

A. 4 Ziel der Arbeit

Für die Zeilensetz- und Gießmaschine, besonders für die lochbandgesteuerte Schnellsetzmaschine, die heute eine maximale Leistung *) von 15 Zeilen/min mit einer Buchstabenzahl von 30 000/h erreicht, werden weitere Steigerungen hinsichtlich der Quantität und Qualität des Zeilenproduktes gefordert. Ohne genaue Kenntnis der auf Gießaggregat und Gießprodukt einwirkenden Einflußgrößen lassen sich diese Forderungen nicht erfüllen.

Da von drei Ausnahmen **) abgesehen, die aber nur Teilprobleme behandeln, wissenschaftliche Beiträge zum Gießaggregat und Gußprodukt der Zeilensetz- und Gießmaschine nicht existieren – es wurde auf diesem Gebiet bisher rein empirisch gearbeitet – soll es das Ziel der vorliegenden Arbeit sein, nach Darlegung des technischen Standes der Zeilensetz- und Gießmaschine und Aufzeigen der Probleme bei der Herstellung und Weiterverarbeitung der Setzmaschinenzeile

- a. die hauptsächlichsten Einflußfaktoren auf Gießaggregat und Gußprodukt zu erfassen,
- b. Einflußfaktoren mit Hilfe geeigneter Meßverfahren in ihren Größenordnungen zu ermitteln,
- c. aus diesen Untersuchungen Wege zur Verwirklichung der oben geforderten Quantitäts- und Qualitätssteigerungen zu weisen.

Für die sich für Gießaggregat und Gußprodukt ergebenden Einflußgrößen wurde folgende Klassifizierung getroffen:

- a. Schriftmetall
- b. Thermische Einflußgrößen
- c. Mechanische Einflußgrößen beim Guß der Setzmaschinenzeile
- d. Geometrische Einflußgrößen für die Weiterverarbeitung der Setzmaschinenzeile.

Diese Gliederung ist rein willkürlich; denn wegen des komplexen Prozesses bei der Herstellung der Zeile ist eine strenge Abgrenzung der Gruppen zueinander nicht möglich.

*) Lit. 22, Lit. 23.

**) Lit. 25, Lit. 26, Lit. 24.

B. Schriftmetall

Das relativ einfache Abbilden einer Vorlage durch Abgießen mit einem Metall oder einer Metallegierung stellt auch in der grafischen Technik ein häufig angewandtes Mittel zur Schaffung eines Druckstockes dar – im Falle der Zeilensetz- und Gießmaschine zur Herstellung der Zeile –. Die Leistung bei der Herstellung der Zeile und die Qualität der Zeile hängen dabei weitgehend von der als Werkstoff verwendeten Legierung ab, die in der Praxis meistens als Schriftmetall bezeichnet wird.

B. 1 Grundsätzliches über das Schriftmetall

B. 1. 1 Anforderungen an das Schriftmetall

Wie schon erwähnt, werden für die zum Abguß kommenden Legierungen, bedingt durch das auf die Zeilensetz- und Gießmaschinen zugeschnittene Herstellungsverfahren und durch die Weiterverarbeitung der Zeile, eine Reihe von Forderungen erhoben. So soll ein Schriftmetall:

- a. für eine niedrige Arbeitstemperatur einen relativ tiefen Schmelzpunkt besitzen;
- b. sich möglichst eutektisch verhalten oder nur ein kleines Erstarrungsintervall aufweisen, d. h. ohne großen Verzug vom flüssigen in den festen Zustand übergehen;
- c. einen scharfen Abguß von Form und Matrizenzeile ermöglichen, ohne daß auf der Schriftbildoberfläche Lufteinschlüsse und Fließmarken auftreten und der Zeilenkörper Lunker zeigt;
- d. beim Erstarren einen möglichst geringen Schwund aufweisen, – das Erstarren soll verzugsfrei vor sich gehen –;
- e. beim Abdruck und beim Matern eine möglichst große Härte und einen möglichst großen Verschleißwiderstand besitzen;
- f. auf der Oberfläche (Schriftbild) die Druckfarbe beim Einfärben gut annehmen und beim Abdruck sauber wiederabgeben,
- g. sich für ein vielfaches Umschmelzen eignen, ohne daß dabei größere Legierungsveränderungen durch Abrand eintreten;
- h. physiologisch ungefährlich sein.

Es ist verständlich, daß sich von einer Legierung kaum alle diese Forderungen erfüllen lassen.

B. 1. 2 Fließ- und Formfüllungsvermögen des Schriftmetalls

Zwei Faktoren sind für das Einhalten der besonders gravierenden Forderung **c.** von Wichtigkeit: das Fließvermögen und das Formfüllungsvermögen. Beide Größen können als Kriterium des gießtechnischen Verhaltens von Metallen und Metallegierungen angesehen werden.

Im allgemeinen ist nach Sahn*) das Fließvermögen φ eine Funktion der Stoff-

*) Lit. 34.

Fließvermögen und Formfüllungsvermögen

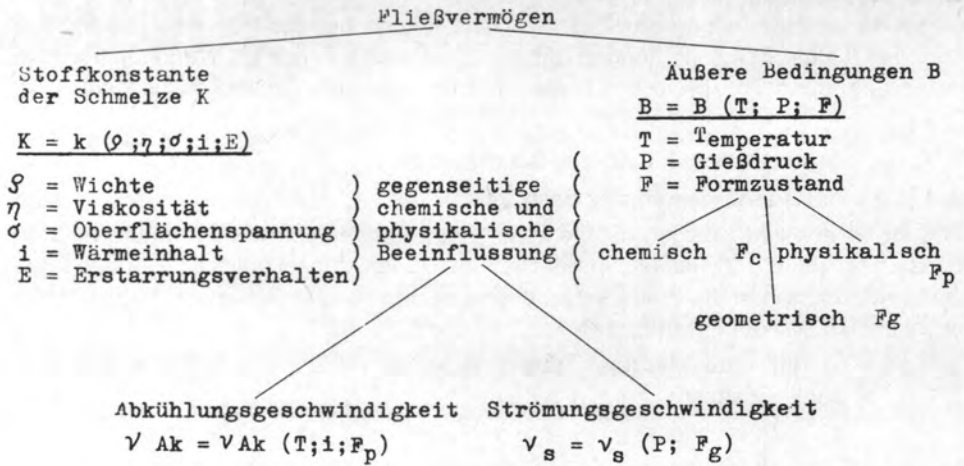


Abb. 9

konstanten K sowie der äußeren auf die Schmelze einwirkenden Gegebenheiten B

$$\varphi = \varphi (K, B)$$

Das Formfüllungsvermögen wird als Eigenschaft zur Ausfüllung des Gußstückquerschnittes betrachtet. In der Aufstellung Abbildung 9 auf Seite 20 ist die Abhängigkeit des Fließ- und Formfüllungsvermögens von den einzelnen Einflußgrößen wiedergegeben.

Da bei den Zeilensetz- und Gießmaschinen ein Druckgußverfahren angewandt wird, scheidet allerdings das spezifische Gewicht der Legierung als Einflußfaktor weitgehend aus. Das Erstarrungsverhalten wird durch die Temperaturdifferenz zwischen Form- und Gießtemperatur bestimmt. Ihr Einfluß auf das Fließvermögen der Schmelze kann wegen der kurzen Strecke, d. h. wegen der relativ geringen Gießformhöhe (vgl. Abb. 11, Seite 23) als sekundär betrachtet werden. Von erhöhter Bedeutung dürfte die Grenzflächenspannung σ zwischen Schmelze und Form sein, ist doch bei der Setzmaschine der Quotient

$$\frac{O}{V} = \frac{\text{Oberfläche}}{\text{Volumen}} \quad \text{cm}^{-1}$$

wegen des flachen Zeilenkörpers recht ungünstig (Diagramm Abb. 11, Seite 23). Hinzu kommt, daß die Grenzflächenspannung stark von der Temperatur (wassergekühlte Gießform) abhängig ist. Ferner scheint das Fließvermögen im Bereich des Eutektikums besonders günstig zu sein, wie Untersuchungen von Portevin*) zeigen.

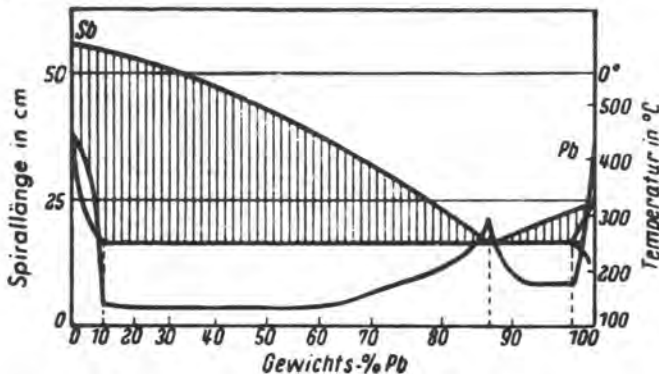


Abb. 10
Fließvermögen im
System Pb-Sb
nach A. Portevin
Das Fließvermögen ist
hier als direkt abhängig
von der Länge der Gieß-
spirale angenommen.

B. 1.3 Gebräuchliche Schriftmetalle auf Bleibasis

Auf der Zeilensetz- und Gießmaschine kommen fast ausnahmslos Blei-Antimon-Zinn-Legierungen zur Anwendung, die schon früh rein empirisch gefunden wurden und sich bis heute in der Praxis behaupten konnten. — Untersuchungen über Schriftmetalle existieren von Lüchtiger**), Fry's Metal Foundries Ltd.***) und Weaver****). Während die ersten beiden Veröffentlichungen einen allgemeinen

*) Lit. 34

**) Lit. 24

***) Lit. 25

****) Lit. 26

Überblick über dieses Gebiet geben, behandelt Weaver wissenschaftlich das Zustands- und Härtediagramm für die ternären Legierungen Pb Sn Sb*). —

Geht man von den gestellten Forderungen aus, ist es nicht verwunderlich, daß die für die Zeilensetz- und Gießmaschinen verwendeten Bleilegierungen, nämlich Pb 83 Sn 5 Sb 12 und Pb 81 Sn 7 Sb 12, die in der nächsten Nachbarschaft der eutektischen Legierung Pb 84 Sn 4 Sb 12 mit einem Schmelzpunkt von 240 °C**) liegen. Wird doch bei dieser Maschine verlangt, daß die Zeile augenblicklich nach dem Guß in der Gießform erstarrt und dabei sowohl voll ausgegossen sein soll. Ebenso muß das Metall, das sich im Halse des Gießtopfes und in den Bohrungen des Gießmundes befindet, noch im flüssigen Zustand durch den zurückgehenden Pumpenkolben abgesogen werden. Erst mit der Einführung wassergekühlter Gießformen, wie beim Thermex-Gießrad, war ein Übergang zu Legierungen mit größeren Erstarrungsintervallen möglich. Auf diese Perspektiven, die sich damit für den Zeilenguß eröffneten, soll später eingegangen werden.

Zu Blei, dem eigentlichen Grundelement der Legierung wird Antimon zur Steigerung der Härte hinzugefügt. Die Auflegierung mit Zinn beeinflusst die Zähigkeit und bei der Schmelze die Fließbarkeit im positiven Sinne. Die Fließbarkeit der Schmelze läßt sich auch durch Beigabe von Wismut erhöhen, dem steht aber eine Einbuße an Härte gegenüber. Eine Härtesteigerung läßt sich durch Kupfer und eine Warmhärtesteigerung durch Arsen erreichen. Das Kupfer bildet jedoch mit Zinn und Antimon hochschmelzende nadelige Mischkristalle. Infolge der geringen Über-temperatur, mit der bei der Zeilensetz- und Gießmaschine gearbeitet wird, ist es möglich, daß sich diese Mischkristalle in den Bohrungen des Gießmundes ausscheiden und zu Verstopfungen führen. Den gleichen, wenn auch weitaus stärkeren Einfluß wie Kupfer besitzt Nickel. Besonders neigen die sich bildenden Nickel-Antimon-Mischkristalle dazu, sich an den kühleren Partien des Gießweges abzulagern. Aluminium und Zink können die erwähnten hochgezuchteten Eigenschaften des Schriftmetalls restlos verderben. Besonders ist Zink schädlich, da die sich bildende Zinkoxydhaut das Fließen des Schriftmetalls behindert. Diese Oxydhaut beeinträchtigt auch einen feinen Abguß der Konturen der Matrize, so daß das Vorhandensein von Zink leicht am schlechten Abguß erkannt werden kann. Im DIN-Blatt 16 512 (S. 25) sind die für das grafische Gewerbe genormten Bleilegierungen festgehalten. Zur Sicherung der Qualität der Legierungen wurden darin die höchstzulässigen Beimengungen an Zink, Arsen, Aluminium, Kupfer, Nickel und Eisen ausdrücklich festgelegt.

In der Praxis sind allerdings noch heute wesentlich mehr als die in diesem Normblatt angegebenen Bleilegierungen im Einsatz. — Vom Verfasser wurden die der Fachliteratur entnommenen Legierungen in der Tabelle 2 der Seiten 26 bis 32 zusammengestellt. — Wegen der Vielzahl der Legierungen einerseits und des gleichzeitigen Einsatzes von Zink in den Druckereien für Klischees und Offsetplatten

*) Entgegen der Norm wird nach DIN 16 512 „Bleilegierungen für das grafische Gewerbe“ in der Benennung der Legierungsbestandteile das Zinn dem Antimon vorangestellt.

**) Lit. 26

Verhältnis Oberfläche/Volumen bei normalen Gießformen 6-12 Punkt



$\frac{O}{V}$	$\frac{K}{F}$	2 Cic.	12 Cic.	22 Cic.	32 Cic.	42 Cic.
6°		11,974	10,122	9,954	9,892	9,858
12°		7,543	5,691	5,523	5,461	5,427

K=Kegelmaß (cm)
H=Gießformhöhe (cm)
F=Format (cm)

$$\frac{O}{V} = \frac{2KF + 2KH + 2HF}{HKF} = \frac{2}{H} + \frac{2}{F} + \frac{2}{K} \text{ (cm}^{-1}\text{)}$$

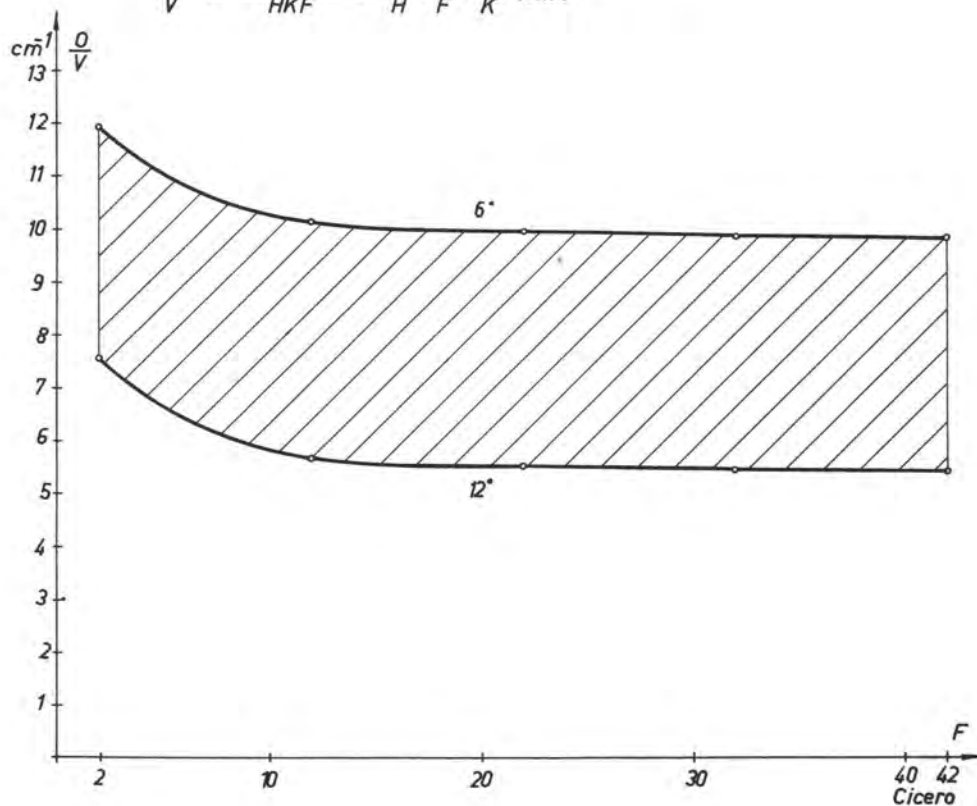


Abb. 11

andererseits, ist, da aus betrieblichen und betriebswirtschaftlichen Gründen das Umschmelzen des Schriftmetalls in den Druckereien meist selbst vorgenommen wird, eine Reinerhaltung des Schriftmetalls sehr problematisch. Dazu kommt, daß Zinn auf Grund seiner Affinität zum Sauerstoff der Luft stärker als Blei und Antimon oxydiert. Der Zinngehalt des umgeschmolzenen Schriftmetalls nimmt dadurch ständig ab, während sich sinngemäß die prozentualen Anteile von Antimon und Blei an der Legierung erhöhen. Eine Möglichkeit, im Betrieb auf eine einfache Weise die genaue Zusammensetzung der Legierung zu bestimmen, gibt es noch nicht. Eine Restimmung ist nur durch Analyse möglich. Meistens werden diese Analysen von den Metallhütten ausgeführt, die dann anhand des Ergebnisses die Zusätze zum Auflegieren des Schriftmetalls beim Umschmelzen festlegen. Durch mikroskopische Untersuchungen eines Gußstückes, z. B. eines Zeilenkörpers lassen sich weitere Anhaltspunkte über die Legierung finden. Verfahren zur Herstellung von Schliffen finden sich in der einschlägigen Literatur*). Insbesondere ist es auch möglich, anhand des Gefüges und der Korngröße Rückschlüsse auf die Abkühlungsgeschwindigkeit der gegossenen Zeile zu ziehen. Zur Verdeutlichung seien auf den Seiten 35 und 36 einige Beispiele von Gefügebildern aufgeführt**).

*) Lit. 26, Seite 219–223
Lit. 25, Seite 86 - 87

**) Lit. 25

Bleilegierungen für das Graphische Gewerbe

DIN
16512

Ersatz für DIN 1728, Ausg. 5.44 × Abschnitt 3

Benennung	Gewerbliche Bezeichnung	Kurzzeichen ²⁾	Zusammensetzung	Zulässige Beimengungen ¹⁾ % höchstens	Richtlinien für die Verwendung	Bemerkungen
Hintergießmetall	3/4	Pb Sn 3 Sb 4	Sn 2,5 bis 3,5 Sb 3,5 bis 4,5 Pb Rest	Zn 0,01 As 0,3 Al 0,01 Cu + Ni 0,3 Fe 0,05	zum Hintergießen von Galvanos	—
Typometall	3/12	Pb Sn 3 Sb 12 ³⁾	Sn 2,5 bis 3,5 Sb 11,5 bis 12,5 Pb Rest	Zn 0,01 As 0,3 Al 0,01 Cu + Ni 0,05 Fe 0,05	für Typograph-Setzmaschinen; alle Sorten von Blindmaterial	bei Verwendung f. Guß von Blindmaterial ³⁾ Beimengung Cu + Ni 0,3% höchstens
Linometall	5/12	Pb Sn 5 Sb 12	Sn 4,5 bis 5,5 Sb 11,5 bis 12,5 Pb Rest	Zn 0,01 As 0,3 Al 0,01 Cu + Ni 0,05 Fe 0,05	für Linotype- und Intertype-Setzmaschinen	—
Stereometall	4/15	Pb Sn 4 Sb 15	Sn 3,5 bis 4,5 Sb 14,5 bis 15,5 Pb Rest	Zn 0,01 As 0,3 Al 0,01 Cu + Ni 0,3 Fe 0,05	Flach- und Rundstereoplaten	—
Monometall	9/19	Pb Sn 9 Sb 19	Sn 8,5 bis 9,5 Sb 18,5 bis 19,5 Pb Rest	Zn 0,01 As 0,3 Al 0,01 Cu + Ni 0,05 Fe 0,05	für Monotype-Gießmaschinen	—
Letternmetall	5/28	Pb Sn 5 Sb 28	Sn 5 bis 6 Sb 28 bis 29 Pb Rest	Zn 0,01 As 0,2 Al 0,01 Cu + Ni 0,3 Fe 0,05	Komplettgußschriften	—
Notenmetall	15/4	Pb Sn 15 Sb 4	Sn 15,5 bis 16 Sb 4 bis 5 Pb Rest	Zn 0,01 As 0,3 Al 0,01 Cu + Ni 0,3 Fe 0,05	Notenstichplatten	—
Zusatzmetall	30/6	VPb Sn 30 Sb 6	Sn 29 bis 31 Sb 5 bis 7 Pb Rest	Zn 0,01 As 0,3 Al 0,01 Cu + Ni 0,05 Fe 0,05	zum Flüssigmachen der Legierungen	—
	5/28	VPb Sn 5 Sb 28	Sn 5 bis 5,5 Sb 28 bis 29 Pb Rest	Zn 0,01 As 0,3 Al 0,01 Cu + Ni 0,3 Fe 0,05	zum Härten der Legierungen	—

¹⁾ Bei Stereo-, Mono- und Letternmetall ist der Schwefelgehalt der Vereinbarung zwischen Metallhütte und Verarbeiter überlassen; die übrigen Legierungen frei von Schwefel.

²⁾ Erläuterung der Kurzzeichen:

Al — Aluminium	Sb (Stibium) Antimon
As — Arsen	Sn (Stannum) Zinn
Fe (Ferrum) Eisen	Zn (Zincum) Zink
Ni (Niccolum) Nickel	Cu (Cuprum) Kupfer
Pb (Plumbum) Blei	V — Verschnittmetall

³⁾ Bei Bestellung einer Legierung für Blindmaterial ist hinter dem Kurzzeichen hinzuzufügen: „für Blindmaterial“.

Erläuterung siehe Rückseite

Fortsetzung Seite 2

Fachnormenausschuß Graphisches Gewerbe im Deutschen Normenausschuß
Fachnormenausschuß Nichtfermetalle im DNA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Benennung	Kurzzeichen	Gewerbliche Bezeichnung	Zusammensetzung (Gewichts-%)	Zulässige Beimengungen % höchstens	genormt nach DIN	spez. Gewicht	Härte (Brinell)	Schmelzpunkt (Liquiduspunkt) °C	Gießtemperatur °C	Umschmelz- temperatur °C
Hintergieß- metall	Pb Sn 1 Sb 2		1 Sn 2 Sb 97 Pb				6 7	310	350	360-380
Hintergieß- metall	Pb Sn 2 Sb 3		2 Sn 3 Sb 95 Pb				7	310	350	
Hintergieß- metall	Pb Sn 3 Sb 4	3/4	Sn 2,5 bis 3,5 Sb 3,5 bis 4,5 Pb 94 bis 92	Zn 0,01 Al 0,01 Fe 0,05 As 0,3 Cu + Ni 0,3	16512		11	290	330	x1)
Hintergieß- metall	Pb Sn 5 Sb 5	5/5	Sn 5 Sb 5 Pb 90				16	280		360-380
Typograph- metall	Pb Sn 2 Sb 12	2/12	Sn 2 Sb 12 Pb 86				16	255 250	290	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Typometall	Pb Sn 4 Sb 10	3/12	Sn 4 Sb 10 Pb 86	Zn 0,01 Al 0,01 Fe 0,05 As 0,3 Cu+Ni 0,05	16512	10,32	20,5	252	270-290	310-330 ^{x2)} _{x8)}
	Pb Sn 3 Sb 12		Sn 2,5 bis 3,5 Sb 11,5 bis 12,5 Pb 86 bis 84				17	250		
							19	245		
Reglettenmetall	Pb Sn 2 Sb 14	2/14	Sn 2 Sb 14 Pb 84	Zn 0,01 Al 0,01 Fe 0,05 As 0,3 Cu+Ni 0,05	16512	10,21	19,5	270	270-285	300-320 ^{x3)}
Stereotypmetall							19			
Regletten- metall	Pb Sn 1 Sb 16	1/16	Sn 1 Sb 16 Pb 83				18	285		
Linometall	Pb Sn 5 Sb 12	5/12	Sn 4,5 bis 5,5 Sb 11,5 bis 12,5 Pb 84 bis 82	Zn 0,01 Al 0,01 Fe 0,05 As 0,3 Cu+Ni 0,05	16512	10,21	19	245	270-285	300-320 ^{x3)}
							21	243		
							22,5			
Stereotypie- metall	Pb Sn 3 Sb 15	3/15	Sn 3 Sb 15 Pb 82	Zn 0,01 Al 0,01 Fe 0,05 As 0,3 Cu+Ni 0,05	16512	10,21	26		285	
							20	250		
							19	260		
							19,5	265		
							21	270		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Stereotypie- metall	Pb Sn 4 Sb 14	4/14	Sn 4 Sb 14 Pb 82				22,5 20	258 262		
Stereotypie- metall	Pb Sn 6 Sb 12	6/12	Sn 6 Sb 12 Pb 82				23	248		
Stereotypie- metall	Pb Sn 5 Sb 14	5/14	Sn 5 Sb 14 Pb 81				23	259		
Stereometall	Pb Sn 4 Sb 15	4/15	Sn 3,5 bis 4,5 Sb 14,5 bis 15,5 Pb 82 bis 80	Zn 0,01 Al 0,01 Fe 0,05 As 0,3 Cu+Ni 0,3	16512		22	264	290	x4)
Linometall	Pb Sn 7 Sb 12	7/12	Sn 7 Sb 12 Pb 81			10,12	21,5	253		
Notenmetall	Pb Sn 15 Sb 4	15/4	Sn 15,5 bis 16 Sb 4 bis 5 Pb 80,5 bis 79	Zn 0,01 Al 0,01 Fe 0,05 As 0,3 Cu+Ni 0,3	16512		13	265	300	x5)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Setzmaschinen- metall	Pb Sn 5 Sb 15	5/15	Sn 5 Sb 15				23 22	265 270	295-350	320-350
Stereotypiemetall			Pb 80				22	267		
Stereotypiemetall	Pb Sn 6 Sb 14	6/14	Sn 6 Sb 14 Pb 80				23,5	258		
Monometall	Pb Sn 9 Sb 11	9/11	Sn 9 Sb 11 Pb 80				22	248	300	300-320
Setzmaschinen- metall	Pb Sn 6 Sb 15	6/15	Sn 6 Sb 15			9,98	23,75 23,5	265 266		
Stereotypiemetall			Pb 79							
Stereotypiemetall	Pb Sn 7 Sb 14	7/14	Sn 7 Sb 14 Pb 79				23	258	315	320-340
Setzmaschinen- metall	Pb Sn 7 Sb 15	7/15	Sn 7 Sb 15 Pb 78				24,5	268		
	Pb Sn 8 Sb 14	Sn 8 Sb 14 Pb 78						258		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Pb Sn 10 Sb 12		Sn 10 Sb 12 Pb 78				22,5	252		
Stereotypie- metall	Pb Sn 8 Sb 13,5	8/13,5	Sn 8 Sb 13,5 Pb 77,5				24,5 23,5	260 259		
Stereotypie- metall Schriftmetall	Pb Sn 5 Sb 18	5/18	Sn 5 Sb 18 Pb 77				24	292	315	
Stereotypie- metall	Pb Sn 7 Sb 17	7/17	Sn 7 Sb 17 Pb 76				25,5 26	275 280	370	360-380
Monotype- metall	Pb Sn 9,5 Sb 15	9,5/15	Sn 9,5 Sb 15 Pb 75,5				26	270	360	350-370
Monotype- metall	Pb Sn 9 Sb 17	9/17	Sn 9 Sb 17 Pb 74			9,72	27,5	275		
Monotype- metall	Pb Sn 10 Sb 16	10/16	Sn 10 Sb 16 Pb 74				27	275	370	360-380

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Monotype- metall	Pb Sn 12 Sb 14	Sn 12 Sb 14 Pb 74	Sn 9,5 Sb 17 Pb 73,5				25,5	265	380	370-390
	Pb Sn 9,5 Sb 17	9,5/17					27,5	280		
	Pb Sn 6 Sb 16	Sn 6 Sb 22 Pb 72					23	272		
	Pb Sn 6 Sb 22	Sn 6 Sb 22 Pb 72					27	320		
Monometall	Pb Sn 9 Sb 19	9/19	Sn 8,5 bis 9,5 Sb 18,5 bis 19,5 Pb 73 bis 71	Zn 0,01 Al 0,01 Fe 0,05 As 0,3 Cu+Ni 0,05	16512		28,5 27	285	350-390	380-400 x6)
Letternmetall	Pb Sn 6 Sb 24	6/24	Sn 6 Sb 24 Pb 70			9,47		(335)		
Letternmetall	Pb Sn 5 Sb 28	5/28	Sn 5 bis 6 Sb 28 bis 29 Pb 67 bis 65	Zn 0,01 Al 0,01 Fe 0,05 As 0,2 Cu+Ni 0,3			28	350	380-420	x7)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Letternmetall	Pb Sn 5,5 Sb 28,5	5,5/28,5	Sn 5,5 Sb 28,5 Pb 66			9,25	29,5	360		420-430
Letternmetall	Pb Sn 10 Sb 28	10/28	Sn 10 Sb 28 Pb 62			9,09				

Richtlinien für die Verwendung

- x1) zum Hintergießen von Galvanos
- x2) für Typograph-Setzmaschinen, alle Sorten von Blindmaterial
- x3) für Linotype- u. Intertype-Setzmaschinen, f. Ludlow u. Elrod-Gießmaschinen
- x4) für Flach- und Rundstereoplatten
- x5) Notenplattenstich
- x6) für Monotype-Gießmaschinen
- x7) Kompletugußschriften

Bemerkungen

- x8) bei Verwendung für Guß von Blindmaterial Cu+Ni 0,3% höchstens

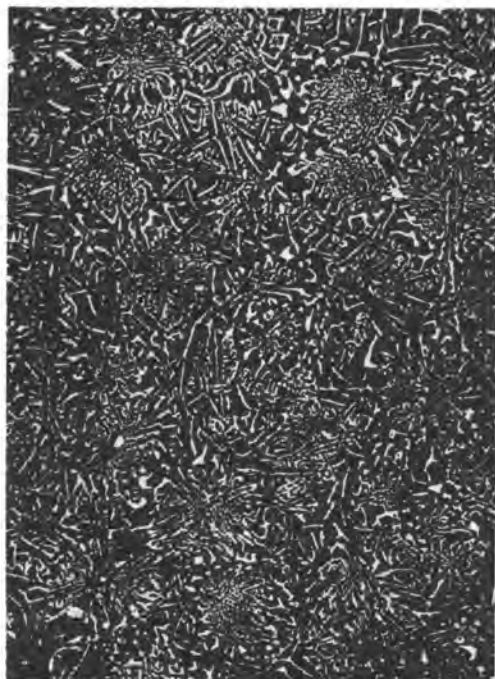


Abb. 13

Eutektische Legierung

4% Zinn

12% Antimon

84% Blei

(250fache Vergrößerung)

Bei dieser Legierung hat das Gefüge eine feine, nadelförmige Struktur



Abb. 14

Setzmaschinen-Metall

3% Zinn

11% Antimon

86% Blei

(100fache Vergrößerung)

Diese Legierung enthält mehr Blei als das Eutektikum. Der Überschuß scheidet sich in Kristallen ab (dunkel und abgerundet). Die Grundmasse ist eutektisch.

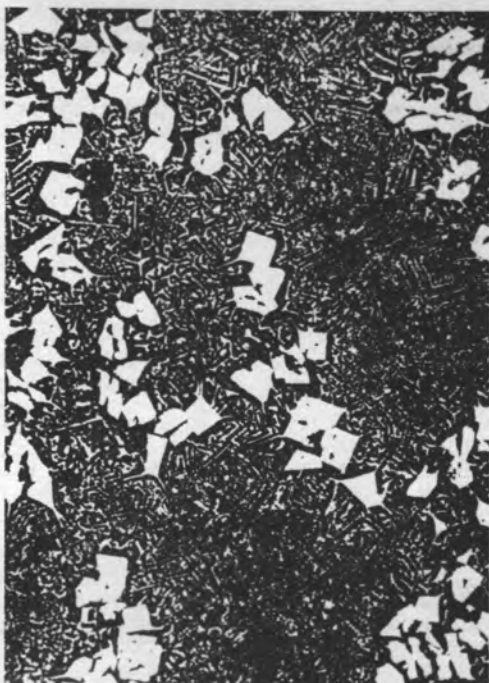


Abb. 15

Stereotypie-Metall

7% Zinn

15% Antimon

78% Blei

(100fache Vergrößerung)

Die Anteile von Zinn und Antimon liegen über dem Eutektikum. Der Überschuß bildet kubische Zinn-Antimon-Mischkristalle (weiß im Bild).



Abb. 16

Schliff eines Schnittes einer auf der Monotype gegossenen Letter, die langsam erstarrte. (100fache Vergrößerung)

Die Zinn-Antimon-Mischkristalle haben sich zur Oberfläche hin abgelagert. Zu beachten ist dabei das grobe Korn.

Aus dem letzten Bild läßt sich entnehmen, daß die Härte einer Zeile, d. h. ihre Standfestigkeit beim Abdruck nicht nur durch den Antimonanteil bestimmt wird, sondern auch durch die Weise, wie die Zinn-Antimon-Mischkristalle im Zeilenkörper verteilt sind.

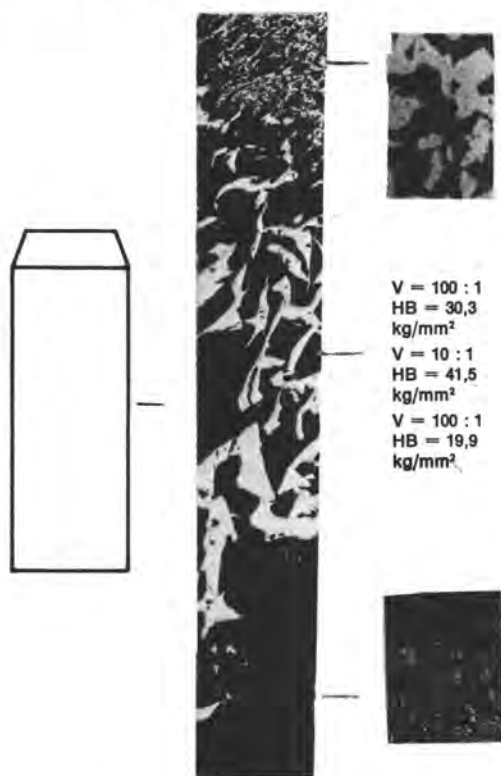


Abb. 17

Gefüge- und Härteverteilung in einer Handsatzzeile

Zur Demonstration des unterschiedlichen Gefügebauaufbaues wurde eine Handsatzzeile aus der Legierung Pb 67 Sn 5 Sb 28 in einer speziell hierzu **geschaffenen** Form in einem Schriftmetallbad erhitzt und anschließend im Laufe von 1 Std. 12' auf 250 °C abgekühlt, die restliche Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgte an der Luft.

Schliff-, wie Härtemessung ergaben zwei voneinander abweichende Zonen. Die in der Trennzone sich ablagernden Antimonkristalle fielen besonders grobkörnig aus, wurde die Prüfkugel auf ihnen angesetzt, ergaben sie die für Antimon in der Fachliteratur genannte Härte.

Entmischungsvorgänge im Schmelztiegel, die im Endeffekt ein ungleichmäßiges Härtebild der Zeile ergeben können, sind selbst bei nichteutektischen Legierungen in der Setzmaschine kaum zu befürchten, da die Vorwärtsbewegung des Gießaggregats zum Guß und die Rückwärtsbewegung nach dem Guß ebenso wie die Bewegung des Pumpenkolbens beim Guß dem Umwälzvorgang eines Rührwerkes in etwa gleichkommen.

Allgemein wird die Härte des Schriftmetalls nach Brinell angegeben. In den Abbildungen 18 und 19 auf Seite 36 sind die Härten im Blei-Antimon-Zinn-System dargestellt. — Zur Bestimmung der Härte verwendete Weaver eine 10-mm-Kugel mit einer Belastung von 250 kg*) bei einer Lastdauer von 1 Minute (HB 2,5 - 60).

*) Bei der vorliegenden Arbeit wurde entsprechend dem heute noch in der Praxis gebräuchlichen technischen Maßsystem — und zum besseren Verständnis der Arbeit in der Praxis — die Kraft als Kraftkilogramm mit dem Kurzzeichen kg eingesetzt, während heute im allgemeinen bei wissenschaftlichen Arbeiten als technische Krafteinheit das Kilopond mit dem Kurzzeichen kp verwendet wird.

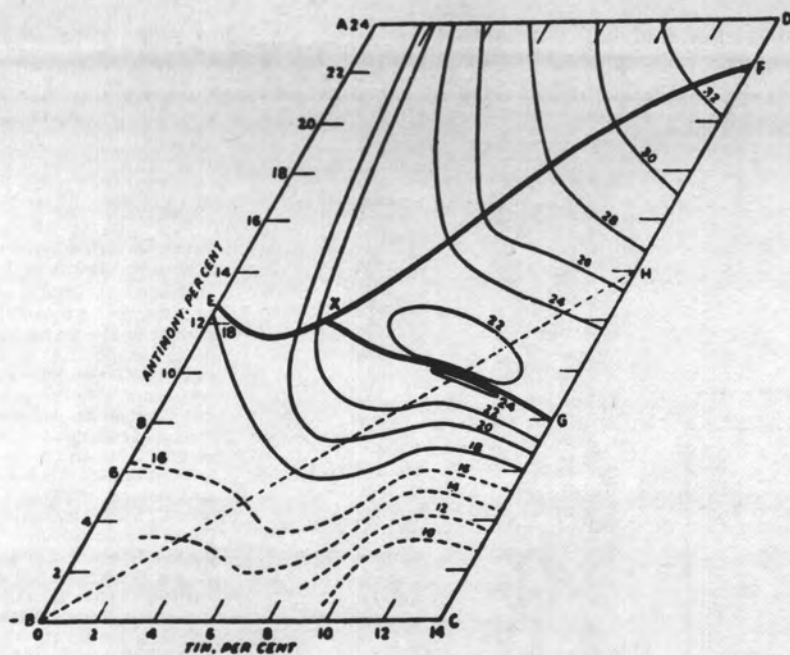


Abb. 18 Härte-Diagramm (nach Weaver)

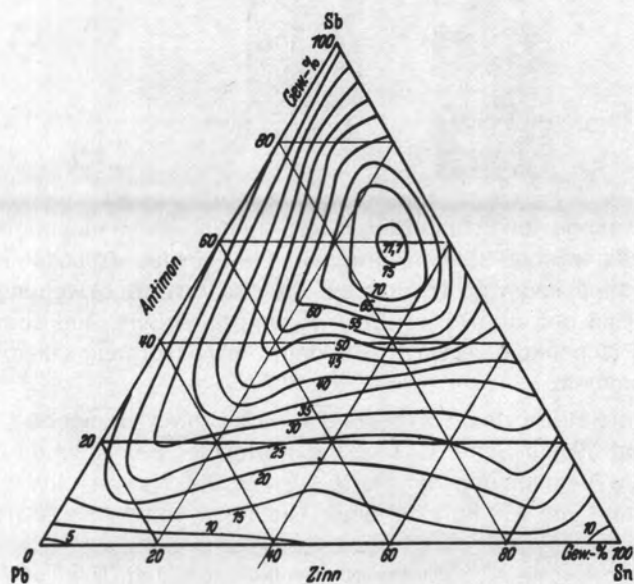


Abb. 19 Relative Härte des Blei-Antimon-Zinn-Systems (nach Heyn und Bauer)

Günstig im Vergleich zu anderen Legierungen verhält sich das Schwinden der Schriftmetalle auf Bleibasis. Es wird im allgemeinen mit 0,3% angegeben. In der Praxis hat sich im Laufe der Jahre als Schwindfaktor für die Legierung Pb 83 Sn 5 Sb 12 der Wert von 1,002708 herauskristallisiert, ein Wert, der sich im Didotsystem auch rechnerisch gut behandeln läßt.

Für den Umgang mit den auf Blei basierenden Schriftmetallen sind gewisse hygienische Vorsichtsmaßnahmen unumgänglich. Zwar treten bei den angewandten Temperaturen noch keine schädigenden Bleidämpfe auf. Durch das Stäuben der Bleiasche und durch Bleipartikel, die bei der dem Guß nachfolgenden Bearbeitung entstehen und sich mit dem Staub im Raum vermischen, besteht jedoch eine Kontaktmöglichkeit für den Menschen, der in diesen Räumen arbeitet. Durch Beachtung der von der Berufsgenossenschaft erlassenen Bestimmungen lassen sich heute Bleivergiftungen mit Sicherheit vermeiden.

B. 1. 4 Einsatz von anderen Legierungen und Stoffen auf der Zeilensetz- und Gießmaschine

Die vorher erwähnten Legierungen Pb 83 Sn 5 Sb 12 und Pb 81 Sn 7 Sb 12 entsprachen als Standardmetalle für die Zeilensetz- und Gießmaschine lange Zeit den Anforderungen in der Praxis. Neuerdings wird in der grafischen Industrie die Forderung nach Materialien für den Zeilenguß erhoben, die in bezug auf universelle Anwendbarkeit, Härte und drucktechnisches Verhalten die Standard-Schriftmetalle übertreffen, und zwar aus folgenden Gründen:

In vielen Druckereien sind außer Zeilensetz- und Gießmaschinen auch Monotype-Einzelbuchstabensetz- und Gießmaschinen und Stereotypgießwerke im Einsatz, für die, wie aus Normblatt DIN 16 512 ersichtlich, Bleilegierungen anderer Zusammensetzung verwendet werden. Eine einheitliche Bleilegierung für alle diese Maschinentypen ergäbe für das Ausschlichten des Satzes und damit für die Reinhaltung des Schriftmetalls wie auch für die Lagerhaltung eine bedeutende Vereinfachung im Betriebsablauf und damit eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Neue Verfahren in der grafischen Technik setzen eine härtere und standfestere Setzmaschinenzeile als die aus den Standard-Schriftmetallen voraus. So erfordert die Einführung des mehrfarbigen Zeitungsdrucks auf Hochdruckrotationsmaschinen Matrizen, die entgegen den gebräuchlichen nicht oder zumindest in Längs- und Querrichtung gleich schwinden. Dies führte zu Matrizen, die durch Glasfasern zur Schwundkontrolle verstärkt sind. Auf Grund ihrer Härte müssen beim Prägen dieser Matrizen vom Satz auf der Prägepresse größere Drücke und höhere Temperaturen angewendet werden, denen jedoch Setzmaschinenzeilen aus den Standard-Schriftmetallen nicht standhalten.

Wie praktische Erfahrungen mit Duplikatdruckstöcken aus Kunststoffen zeigen, ist Kunststoffen ein besonders gutes drucktechnisches Verhalten zu eigen. Neben guter Farbbildung und -abgabe besitzen sie eine höhere Abriebfestigkeit. Angewandt für den Maschinensatz ließe sich damit eine höhere Auflage erreichen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollten für die Untersuchung des Einflußfaktors Schriftmetall speziell Legierungen herangezogen werden, die diese Eigen-

schaften aufweisen und sich dabei auch für den praktischen Einsatz auf der Zeilensetz- und Gießmaschine eignen. Ebenso sollte die Frage geprüft werden, ob sich die Verarbeitung von Kunststoffen auf dieser Maschine ermöglichen läßt.

B. 2 Härtere Einheitslegierungen auf Bleibasis

Eine Legierung, die sowohl in Stereotypgießwerken als auch in Einzelbuchstabensetz- und Gießmaschinen verwendet wird, ist die Legierung Pb 79 Sn 6 Sb 15 bekannt als Stereometall. Dieser Legierung ist mit $HB = 23,5 \text{ kg/mm}^2$ eine größere Härte als die der Standard-Schriftmetalle mit $HB = 21,5 \text{ kg/cm}^2$ zu eigen.

Von der technologischen Seite waren mit der Entwicklung eines Gießrades mit wassergekühlten Formen und eines verbesserten Gießaggregates, des Thermex-Gießrades und des Linotherm-Gießaggregates, die Voraussetzungen für eine sichere Beherrschung der zum Guß der Legierung Pb 79 Sn 6 Sb 15 erforderlichen höheren Gießtemperatur gegeben.

In einem Versuch wurde diese Legierung in der Linotype-Setzmaschine Modell 18, Nr. 13 481 im manuellen Betrieb gefahren. Dabei erwiesen sich die Kesseltemperatur 320°C und die Gießmundoberflächentemperatur 290°C als günstig. Es zeigte sich, daß die Legierung Pb 79 Sn 6 Sb 15 ohne Schwierigkeiten auf der Zeilensetz- und Gießmaschine anwendbar ist.

Ein Satz (8 Punkt Trump-Mediäval*) aus dieser Legierung wurde zur Demonstration des drucktechnischen Verhaltens auf einer Schnellpresse verdruckt. Die Abbildung 20 auf Seite 39 zeigt einen Ausschnitt des ersten Druckbogens. Die Abbildung 21 auf Seite 40 zeigt den gleichen Ausschnitt des 24 500. Druckbogens. Eine gewisse Abnutzung des Satzes ist an der Verbreiterung der Schriftzüge zu erkennen. Sie ist jedoch vergleichsweise kleiner als die bei einem Satz aus den Standard-Schriftmetallen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß durch den Versuch die Verwendbarkeit der Legierung Pb 79 Sn 6 Sb 15 für die Zeilensetz- und Gießmaschine nachgewiesen wurde. Sie ist somit als Einheitslegierung für viele Betriebe der graphischen Industrie geeignet. Neben dem Vorteil der universelleren Einsatzmöglichkeit ergeben sich für den Maschinensatz aus dieser Legierung, bedingt durch die größere Härte, höhere Auflagen.

Eine süddeutsche Druckerei verwendet nunmehr die Legierung Pb 79 Sn 6 Sb 15 mit gutem Erfolg im praktischen Betrieb bei Linotype-Setzmaschinen. —

B 3 Härtere Legierungen auf Zinkbasis

Es hatte nicht an Versuchen gefehlt, härtere Legierungen, die nicht Blei zur Basis

*) Bezeichnung der verwendeten Schrift

Abb. 20, Seite 39 Ausschnitt von dem ersten Abdruck eines Satzes aus der Legierung Pb 79 Sn 6 Sb 15 (8fache Vergrößerung)

Abb. 21, Seite 40 Gleicher Ausschnitt nach 24 500 Abdrucken (8fache Vergrößerung)

Druckschra
auf einen g
Anheben n
eine Bleize:
daß an den
ten oder Gr

Druckschra
auf einen g
Anheben n
eine Bleize
daß an den
ten oder Gr

haben, als Schriftmetall zu verwenden. So sollen in den dreißiger Jahren in den Vereinigten Staaten von Nordamerika die ersten Versuche mit Zink gemacht worden sein — Literaturhinweise hierüber fehlen jedoch —. Für die Herstellung von Handsatzlettern aus Zinklegierungen finden sich Hinweise in der Patentschrift DRP 741 743*). Über den ersten Einsatz einer Zinklegierung auf der Zeilensetz- und Gießmaschine wurde 1958 aus der Sowjetunion berichtet. Hierbei wurde die Einführung, wie bei der Herstellung von Handsatzlettern, mit Bleimangel motiviert**). Zur Anwendung gelangte die Legierung Zn 94 Al 4 Mg 2. Eine weitere russische Veröffentlichung erschien 1959***). Schklower erwähnt hier die spätere russische Standard-Zinklegierung Zn 94 Al 4,5 Mg 1,5.

Diese Entwicklung, besonders auch die unter B. 1. 4 spezifizierten Forderungen waren für die Linotype GmbH, Berlin und Frankfurt, Anlaß zu eigenen Versuchen und Forschungsarbeiten, die vom Verfasser — bei der Legierungs- und Materialwahl unter Beteiligung des Battelle-Institutes, Frankfurt, und der Metallgesellschaft, Frankfurt — ausgeführt wurden.

B. 3. 1 Untersuchungen zur Legierungswahl

Ausgangspunkt der Untersuchung war die Schaffung einer Legierung mit einer möglichst hohen Warmhärte, guter Vergießbarkeit und einwandfreiem Formfüllungsvermögen.

Die herkömmlichen Schriftmetalle auf Bleibasis durch Zusätze so zu veredeln, daß eine Steigerung der Warmhärte erzielt wird, erschien wenig aussichtsreich. Dagegen gibt es etwa fünfzig binäre Systeme, die bei entsprechend niedrigen Liquidustemperaturen — die Gießtemperatur sollte im Hinblick auf die Auslegung der Zeilensetz- und Gießmaschine 450 °C nicht übersteigen — nach ihrem Aufbau eine höhere Härte vermuten lassen. Zu diesen Systemen gehört auch eine Anzahl von Zinklegierungen, die bereits im allgemeinen Maschinenbau mit Erfolg als Druckgußlegierungen****) Verwendung finden. Analog zu den vorher erwähnten russischen Versuchen konzentrierten sich daher die Untersuchungen auf Legierungen mit Zinkbasis. Zur weiteren Steigerung der Warmhärte schienen zunächst drei Wege gangbar:

- a. die Steigerung der Härte des Zinkmischkristalles durch eine möglichst hochprozentige feste Lösung,
- b. Herbeiführung eines relativ hohen Volumenanteils an heterogenen harten Phasen (50% und mehr) durch passende Legierungswahl
- c. Herstellung eines möglichst feinkörnigen eutektischen Gefüges aus Zinkmischkristall mit einer oder mehreren hochschmelzenden Phasen.

der Weg a. erschien als wenig aussichtsreich, es wurde daher von vornherein auf Versuche verzichtet.

*) Lit. 37

**) Lit. 38

***) Lit. 39

****) Lit. 35, Lit. 36

Im einzelnen wurden die in der Tabelle 3, Seite 43, zusammengestellten Legierungen untersucht, und zwar in bezug auf ihre Vergießbarkeit, Härte und Warmhärte. Die Auswahl der Legierungen erfolgte so, daß Aussagen über den Einfluß einzelner Legierungsbestandteile zu erwarten waren.

B. 3. 1. 1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Prüfung auf die Vergießbarkeit erfolgte in einer handelsüblichen Maskenspiralform nach dem VDG-Merkblatt vom Oktober 1953. Dabei wird die zu prüfende Schmelze bei einer festgelegten Temperatur zu einer Spirale vergossen. Die Länge der gegossenen Spirale ist ein Maß für die Vergießbarkeit (Abb. 22, Seite 44). —

Für die Prüfung wurden die Legierungen in einem Mittelfrequenzofen in einem Graphittiegel aus reinsten Komponenten erschmolzen und im allgemeinen einheitlich bei 450 °C vergossen. In Einzelfällen mußte wegen höherem Liquiduspunkt eine höhere Gießtemperatur gewählt werden. — Die Gießtemperaturen sind in der Tabelle 4, Seite 46, angegeben. —

Zur Prüfung der Warmhärte wurde das in Abbildung 23, Seite 45 dargestellte Gerät entwickelt. Als Warmbad dient ein durch einen Tauchsieder geheiztes Ölbad, das thermostatisch geregelt wird. Als Thermostat wird ein Kontaktthermometer der Firma Juchheim, Fulda, verwendet. Die Härteprüfung wird mit einem Kugelstempel mit aufgesetzter Widiakugel durchgeführt. Während der Kugelstempel zentrisch im Deckel sitzt, sind Stahltopf und Probe exzentrisch zum Kugelstempel drehbar. Die Härteeindrücke liegen dabei längs eines Kreisumfanges von 38 mm ϕ . Die Prüfung der Warmhärte erfolgte in einem Temperaturbereich zwischen Raumtemperatur und 150 °C, und zwar bei 20 °C, 50 °C, 80 °C, 100 °C, 120 °C und 150 °C. Die Proben — quadratische Platten von 50 x 50 mm — wurden aus in eine Eisenkokille gegossene Platten von 100 x 50 x 6 mm herausgeschnitten. Die Ober- und Unterseiten wurden blankgeschliffen.

B. 3. 1. 2 Versuchsergebnis und Diskussion

Die Versuchsergebnisse sind in der Tabelle 4 auf Seite 46 und in den Diagrammen Abbildung 24 bis 28 auf den Seiten 47 bis 54 festgehalten.

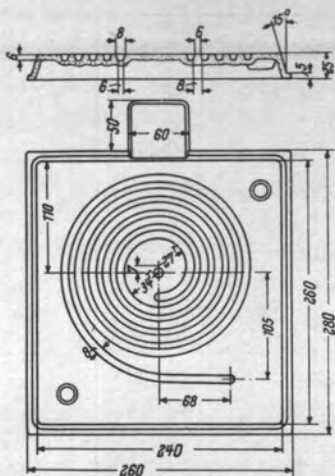
In den Grenzen der Aussagekraft der Prüfmethode mit der Gießspirale läßt sich feststellen, daß viele Zinklegierungen eine bessere Vergießbarkeit als das bisher verwendete Standard-Schriftmetall Pb 81 Sn 7 Sb 12 aufweisen, das unter gleichen Bedingungen vergossen wurde. Die besten Ergebnisse wurden mit den eutektischen Legierungen 5, 39 und 40 erreicht.

Es stellte sich bei den Untersuchungen heraus, daß Magnesium wie auch Mangan und Lithium sich stark verkürzend auf die Länge der Gießspirale auswirken (Diagramm Abb. 27, Seite 53).

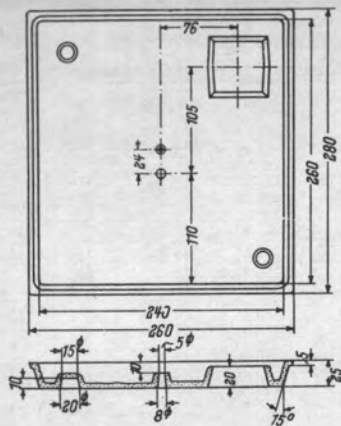
Bemerkenswert ist, daß schon geringe Magnesiumzusätze die Härte steigern kön-

Tabelle 3, Seite 43	Untersuchte Zinklegierungen
Abb. 22, Seite 44	Maskenspiralform
Tabelle 4, Seite 46	Ergebnisse der Untersuchung dieser Zinklegierungen

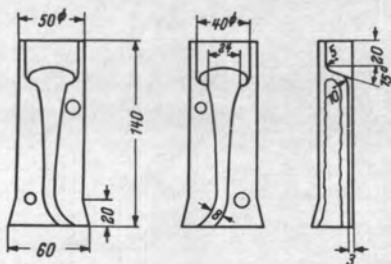
Legierung	Al %	Mg %	Cu %	Mn %	Ni %	Li %	Sb %	Zn %	Sn %	Pb %
1	4,5	0,01						Rest		
2	4,5	0,03						Rest		
3	4,5	0,06						Rest		
4	4,5	0,10						Rest		
5	4,5							Rest		
12	4,5			0,02				Rest		
13	4,5			0,25				Rest		
14	2,5			0,25				Rest		
15	1,0			0,25				Rest		
16	4,0	0,04	0,4					Rest		
22	4,0	0,04	0,4		0,02			Rest		
23	4,0	0,04	0,4		0,10			Rest		
24	4,0	0,04	0,4		0,06			Rest		
33						0,45		Rest		
34						0,80		Rest		
35						1,20		Rest		
36	4,3					0,5		Rest		
37	4,5					0,9		Rest		
38	4,5					1,30		Rest		
39	7,0		3,7					Rest		
40	4,0	3,0						Rest		
41				0,5			1,5	Rest		
42	15,0		10,0					Rest		
43	6,0	3,0						Rest		
44	13,0	48,0						Rest		
45	6,0	4,0						Rest		
Schrift- metall 7/12							12		7	Rest
									Tab.3	



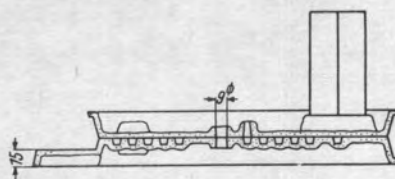
Unterteil



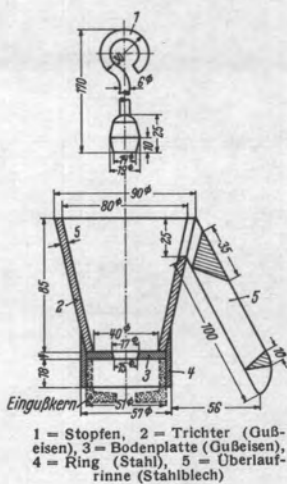
Oberteil



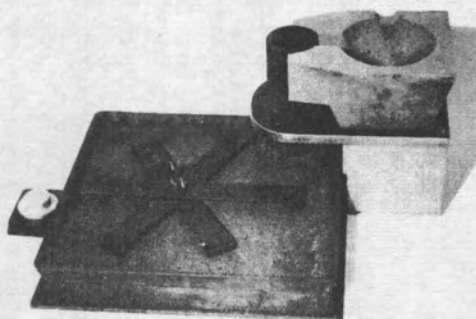
Einlaufkanal



Schnitt



Stopfen - Gießtrichter



Spiralform mit Gießtumpel

Schnitt durch das Gerät zur Bestimmung der Warmhärte

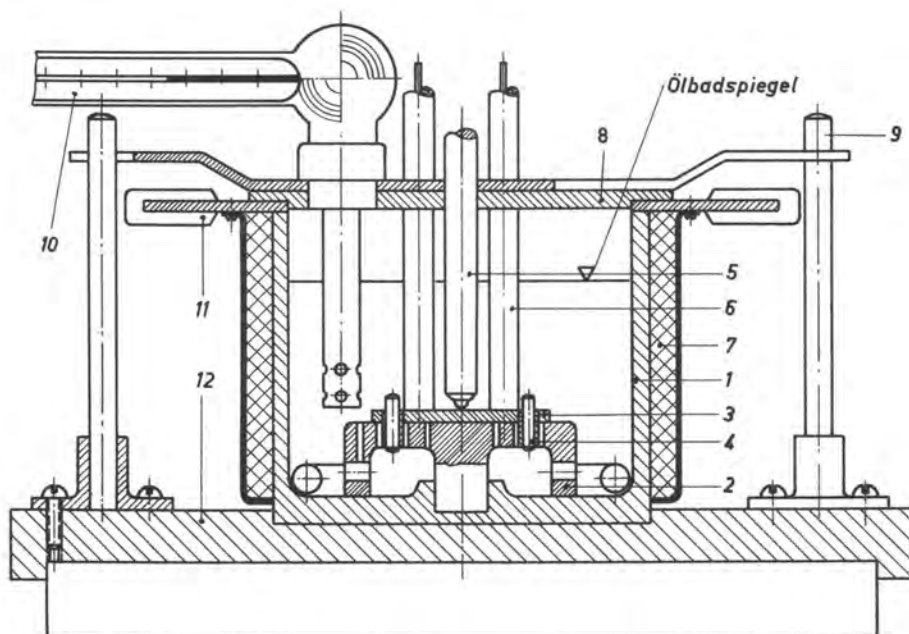


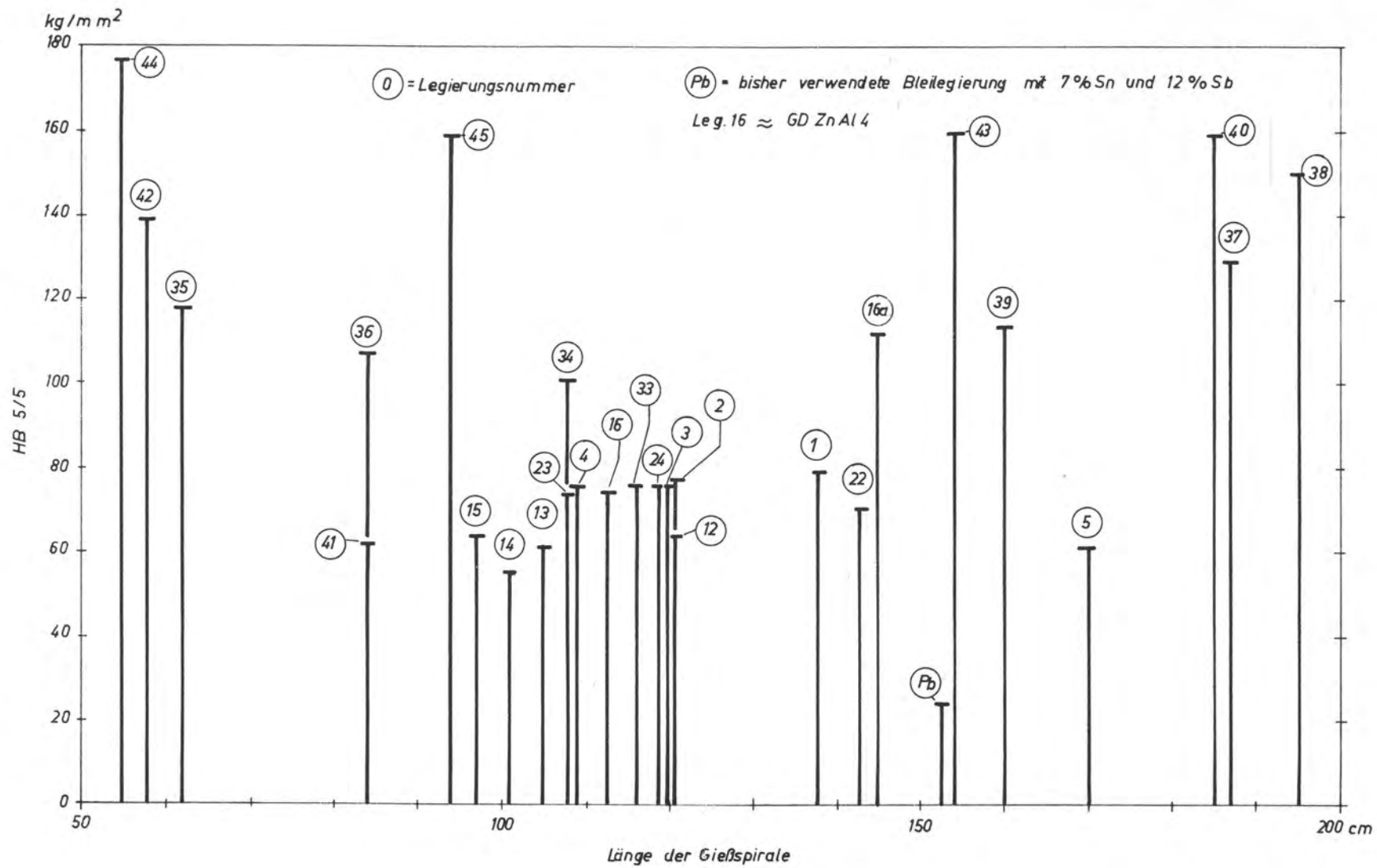
Abb. 23

- 1 Stahltopf
- 2 Probeauflagetisch
- 3 Probe
- 4 Fixierstifte
- 5 Kugelstempel mit
Hartmetallkugel
- 6 Heizungsrohr
- 7 Wärmeisolierung
- 8 Deckel mit Brücke
- 9 Haltestifte
- 10 Kontaktthermometer
- 11 Griffe
- 12 Isolierplatte

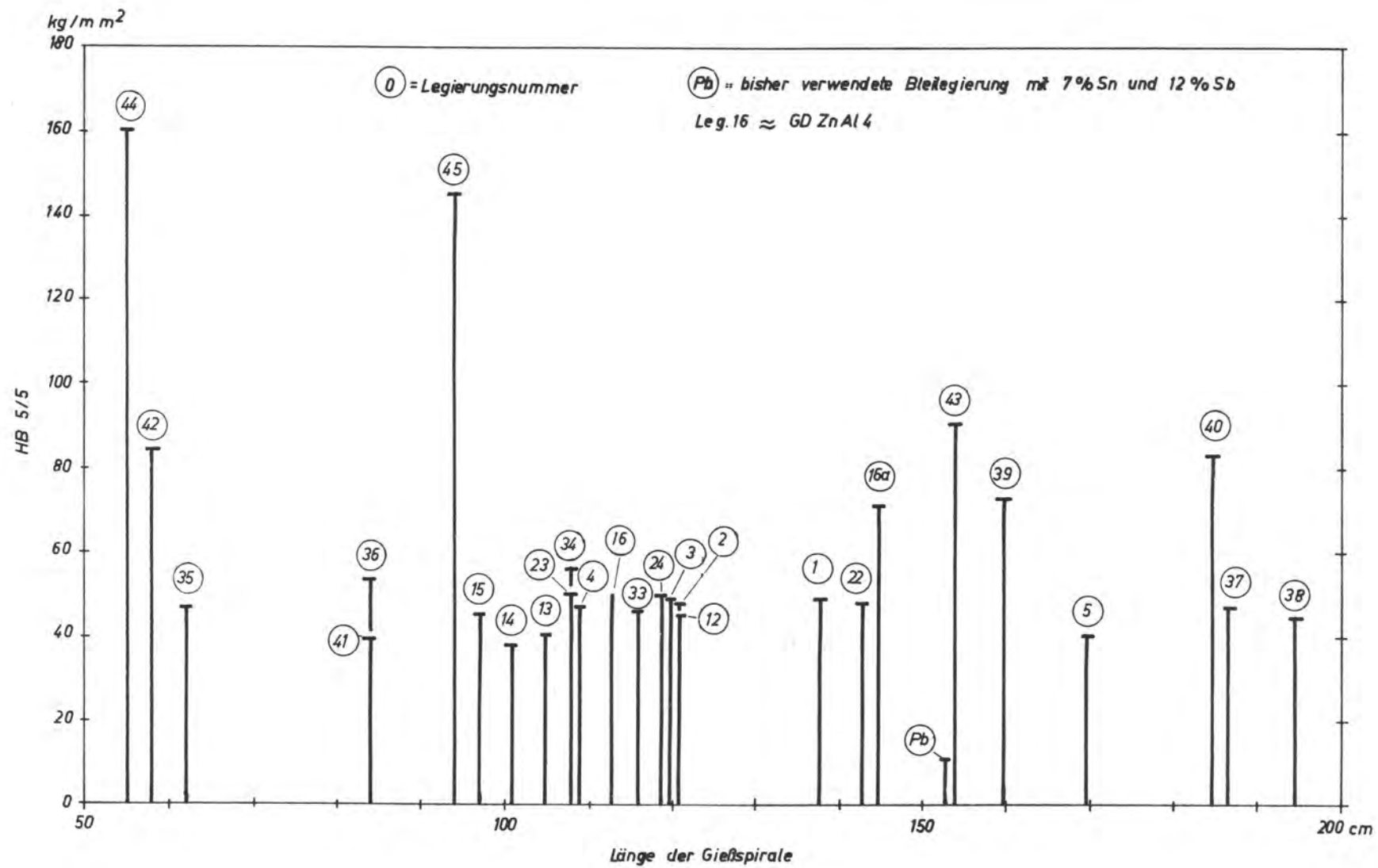
Legierung	Gieß- spira- le cm	Gieß- tempe- ratur °C	Brinell-Härte 5/5 kg/mm ²				Schrump- fung %	Bemerkungen
			20°C	50°C	100°C	150°C		
1	138	450	79	67,5	49	33,5	1,2	
2	121	450	77,5	66	48	31,5	1,2	
3	120	450	75,5	65,5	49	31,5	1,2	
4	109	450	75,5	65	47	31,5	1,2	
5	170	450	61	53,5	40	31,5	1,2	
12	121	450	64	54	45	35	1,5	
13	105	450	61,5	53	40,5	31,5	1,5	
14	101	450	55,5	47,5	37,5	29,5	1,3	
15	97	450	64	56	45	37,5	1,3	
16	113	450	74,5	64	50	37	1,3	
16a	145	450	112	97	71	47,5	1,4	
22	143	450	70,5	61	48	33,5	1,0	
23	108	450	74	64	50	35	1,2	
24	119	450	75,5	65,5	50	36	1,3	
33	116	450	76	62,5	46	35		
34	108	470	101	73,5	56	35		
35	62	500	118	92,5	46,5	24,5		
35	139	500	125	94	46,5	24,5		
36	84	450	107	86,5	53,5	29		
37	187	470	129	99,5	47	21,5		
38	195	500	150	111	44,5	21,5		
39	160	450	114	95	72,5	52		
40	185	450	159	137	83	33		
41	84	470	62	50	39	31,5		
42	58	450	139	121	84	45,5		
43	154	450	160	143	90,5	39		
44	55	450	177	175	160	122,5		
45	94	470	159	147	145,5	109		
Schrift- metall 7/12	153	450	24	18	10,5	5,0		

erst nach 2^h
abgegossen

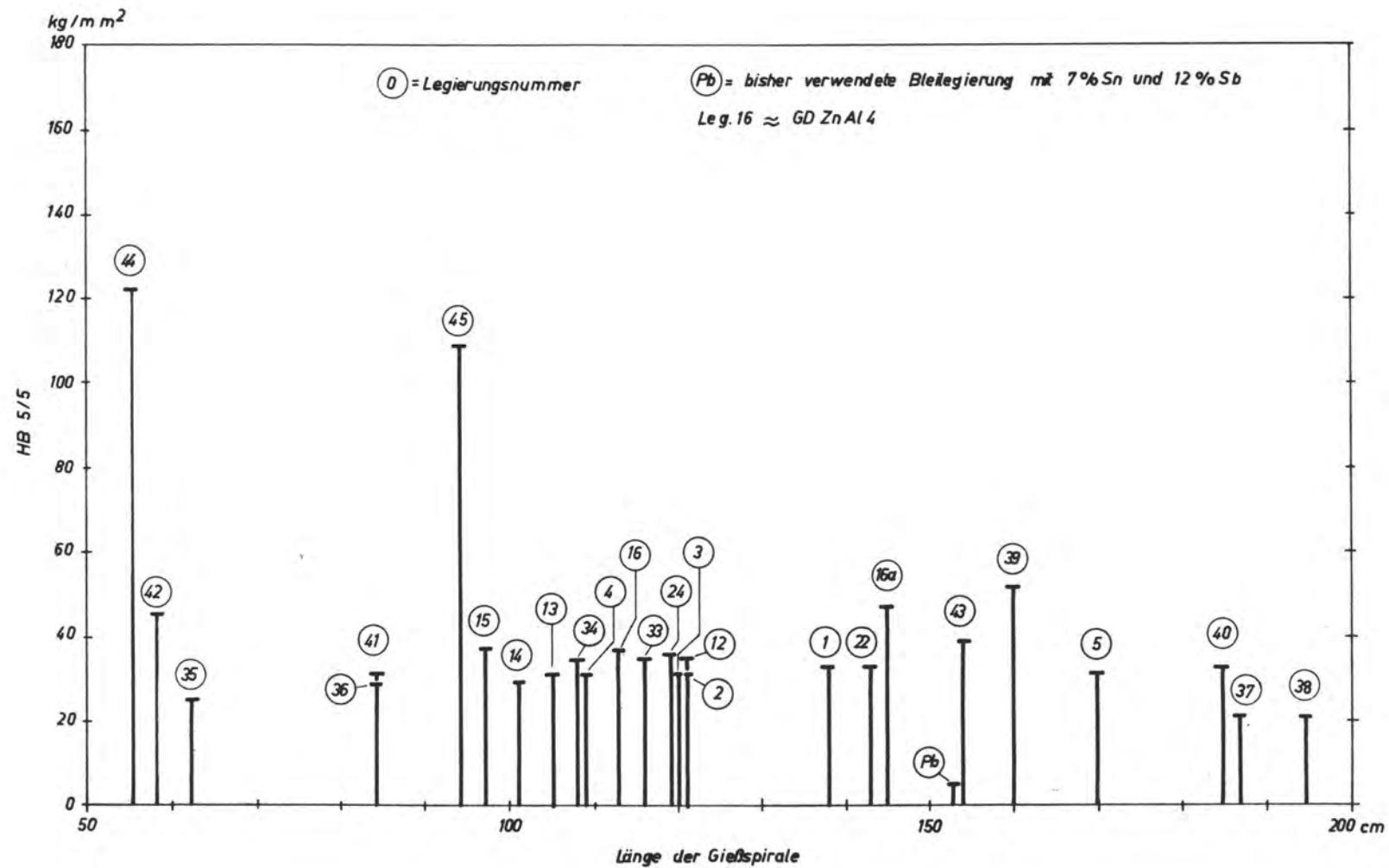
Tab. 4



Vergießbarkeit der geprüften Legierungen und Härte bei 20 °C



Vergießbarkeit der geprüften Legierungen und Härte bei 100 °C



Vergießbarkeit der geprüften Legierungen und Härte bei 150 °C

*Einfluß von Mg-Zusätzen auf die Vergießbarkeit
einer Zn-Al-Legierung mit 4,5% Al*

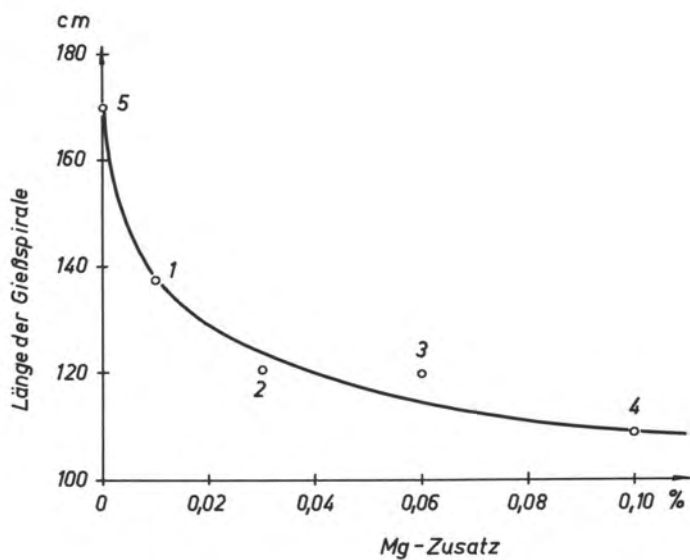


Abb. 27

Warmhärte verschiedener ternär- eutektischer Legierungen

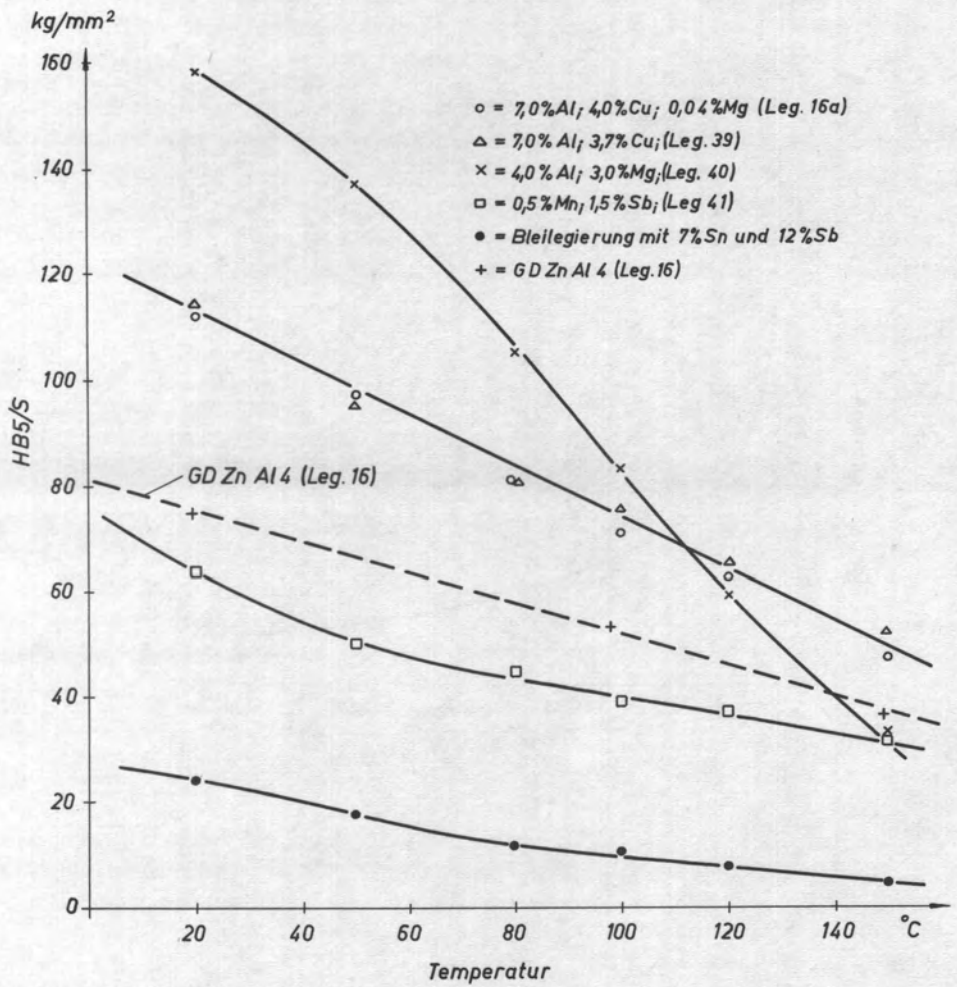


Abb. 28

nen, die aber andererseits auch eine beträchtliche Verminderung der Vergießbarkeit nach sich ziehen. Geringe Manganzusätze und Dosierung des Aluminiumgehaltes zwischen 1% und 4,5% verändern ebenso wie Kupfer- und Nickelzusätze die Härte nicht. Einer an sich erreichbaren Härtesteigerung durch Lithiumzusatz stehen außerordentlich starke Verkratzung der Badoberfläche und Verminderung der Vergießbarkeit entgegen.

Wie die Diagramme zeigen, liegen die Härtewerte der Zinklegierungen wesentlich über denen der Legierung Pb 81 Sn 7 Sb 12.

Wie sich weiterhin aus den Diagrammen ersehen läßt, ist die Legierung 39 mit 7% Al und 3,7% Cu die für den Einsatz auf der Zeilensetz- und Gießmaschine erfolgversprechendste. Die Diagrammaussagen bestätigen im übrigen die These, daß eine ternäreutektische Legierung nicht nur eine gute Vergießbarkeit, sondern auch – da ternäre Eutektika meist sehr feinkörnig ausfallen – eine relativ hohe Warmhärte hat.



Abb. 29 Schliffbild des Gefüges der Legierung 39 (500fache Vergrößerung)
Hier ist die außerordentlich feine eutektische Struktur gut zu erkennen.

B. 3. 2 Praktische Erprobung verschiedener Zinklegierungen

Mit dieser Legierung 39 sowie, zur Kontrolle, der Legierung 16 – die der handelsüblichen Druckgußlegierung GD Zn Al 4 nach DIN 1743 entspricht – und der russischen Standardlegierung Zn Al 4,5 Mg 1,5 wurden auf Zeilensetz- und Gießmaschinen praktische Versuche gefahren.

B. 3. 2. 1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Versuche wurden durchgeführt auf einer manuell bedienten Setzmaschine Modell 18, Nr. 14 073 und einer Modell 5c Quick, Nr. 13 717 im Lochbandbetrieb. Beide Maschinen waren mit dem Thermex-Gießrad und der Linotherm-Heizung ausgerüstet. Je nach Legierung waren die Gießtemperaturen verschieden, sie lagen zwischen 400 °C und 460 °C. — Bei der Legierung 39 wurde mit einer Kesseltemperatur von 450 °C und mit einer Gießmundoberflächentemperatur von 420 °C gegossen. Der Kühlwasserdurchlauf betrug 100 l/h; er konnte auf Grund der örtlichen Verhältnisse des Wasserleitungsnetzes nicht weiter erhöht werden. — Im Versuch wurden Kegel und Format der Zeilen in einem weiten Bereich variiert. Ein probeweiser Einsatz unter Betriebsbedingungen wurde auf einer von der Linotype GmbH für Zinkguß ausgerüsteten Setzmaschine Modell 5c im manuellen Betrieb bei der Firma Axel Springer, Hamburg, durchgeführt*). Als Schriftmetall kam ausschließlich die Legierung 39 zur Anwendung. Kessel-, Gießmundtemperatur und Kühlwassermenge waren die gleichen wie oben. Ein Teil des Satzes dieser Maschine wurde mit Stereo- und Galvanodruckstöcken unter gleichen Bedingungen mit einer Auflage von 100 000 auf einer Schnellpresse verdruckt. Zur Prüfung der Standfestigkeit der Zeilen wurden vom Satz dieser Maschine Matrizen geprägt.

B. 3. 2. 2 Versuchsergebnis und Diskussion

Die bei dem Linotherm-Gießaggregat installierte Leistung von 2850 Watt erwies sich für den Zinkguß auf der Zeilensetz- und Gießmaschine als ausreichend, die höheren Gießtemperaturen ließen sich einwandfrei beherrschen. Das Messerblatt des beweglichen Fußmessers mußte auf die für Zink geeigneten Werkzeugwinkel, Schnitt- und Spanwinkel, umgestellt werden. Drei Ausführungen (Abb. 30, Seite 57) wurden untersucht, von denen die Ausführung **a.** die besten Resultate zeigte, während **b.** zum Rattern neigte und bei **c.** die Standzeit außerordentlich kurz war. Der Pumpenzylinder des Gießtopfes mußte mit einer Buchse aus gehärtetem chromhaltigem Stahl (Phoenix NSW der Fa. Schoeller-Bleckmann) ausgefüttert werden, aus dem auch ein Pumpenkolben angefertigt wurde, um während des Versuches aufgetretene Kolbenstecker zu vermeiden, deren Beseitigung sich als außerordentlich schwierig erwies. — Das Stecken des Pumpenkolbens im Zylinder ist wahrscheinlich auf den Aufbau von FeZn-Mischkristallen auf den Kolbenringen des Pumpenkolbens zurückzuführen. — Die Aggressivität von Zink gegenüber Eisen führte durch Lochfraß an den Metalltaschen für die Heizkörper zum Ausfall der Kesselheizung (Abb. 31, S. 58). Nach Versuchen mit spritzalitierten Metalltaschen, die nicht voll befriedigten, wurden die Taschen aus dem Werkstoff (Remanit 1880 ST der Fa. DEW, X 10 CrNiTi 18 9, Werkstoff Nr. 4541) angefertigt.

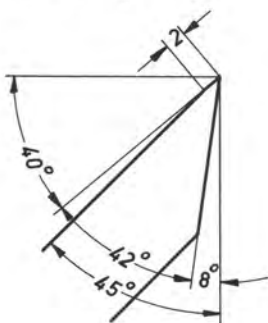
— Da die Aggressivität von Zinkschmelzen für die praktische Anwendung von außerordentlicher Bedeutung ist, soll auf dieses Problem noch besonders eingegangen werden. —

Weitere Mängel, die sich bei der praktischen Erprobung noch zeigten, wie zu ge-

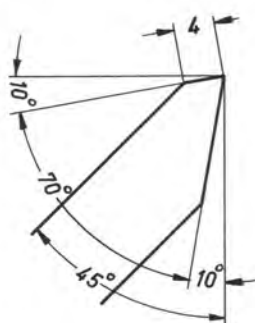
*) Lit. 41

Versuch zur Ermittlung des Schnittwinkels des Fußmessers

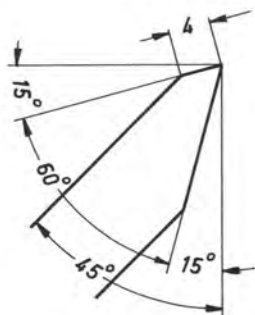
Normalausführung
für Bleilegierung



Ausführung „a“



Ausführung „b“



Ausführung „c“

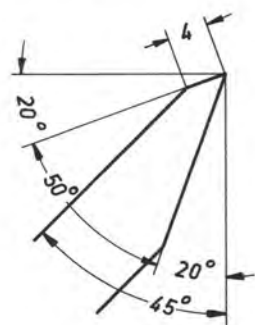


Abb. 30

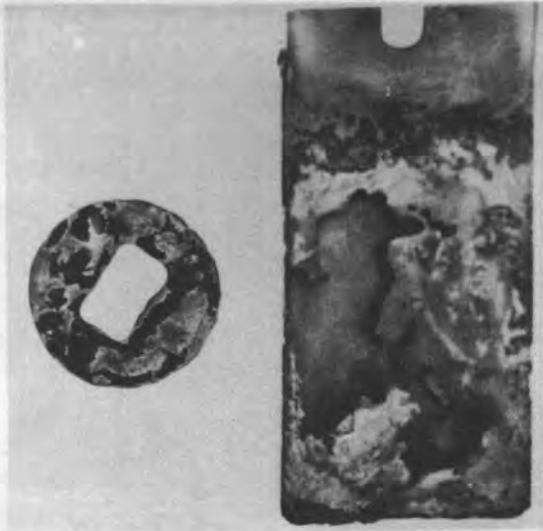


Abb. 31

Korrosionserscheinungen an einem Spritzschutzring und an einer Stahltasche für Heizelemente, die beide etwa 14 Tage in einer Zinkschmelze eingesetzt waren.

ringe Durchzugskraft der Maschine beim Beschnitt der Zeile, noch fehlende Kühlung des Zeilenschiffes und das Überziehen des Gießmundstückes mit einer Zinkschicht beim Guß, waren sekundärer Art und wurden zum Teil durch konstruktive Maßnahmen schon beseitigt. Durch Veränderung der geometrischen Verhältnisse der Gießform konnte die Auswirkung des größeren Schwindmaßes der Zinklegierungen aufgefangen werden. Eine mikroskopische Untersuchung der Matrizen und Spatienkeile ließ keine außergewöhnlichen Abnutzungserscheinungen erkennen*). Es hat im Gegenteil den Anschein, als ob Zinklegierungen wesentlich geringere Löterscheinungen an Matrizen und Gießformen zeigen als Bleilegierungen. Der manuelle Betrieb konnte ohne Beeinträchtigung durchgeführt werden. Im Lochbandbetrieb blieb die Gießleistung auf 10 Zeilen/min beschränkt, da wie erwähnt, der Kühlwasserdurchlauf aus örtlichen Gegebenheiten nicht ausreichte. Bei vollem Kühlwasserdurchlauf (240 l/h) müßte auch für Zinklegierungen eine höhere Leistung – die Grenze im praktischen Betrieb liegt heute für die Zeilensetz- und Gießmaschine bei 15 Zeilen/min – zu erreichen sein. Im Einsatz unter Betriebsbedingungen arbeitete die Setzmaschine mit einer Kapazität von 80% einer normalen mit Standard-Schriftmetallen auf Bleibasis beschickten Setzmaschine.

Zum Zeilenprodukt läßt sich sagen, daß die Zeilenkörper kompakt ausgegossen waren, z. T. besser als bei den Standardbleilegierungen. Die Gußstruktur der Zeile war dabei feinkörnig.

Die Qualität des Schriftbildes reichte für die Legierung 39 an die des Standard-Schriftmetalls Pb 81 Sn 7 Sb 12, d. h. also an beste Qualität heran. Wie aus Abbildung 32 hervorgeht, ist die Oberfläche sauber, insbesondere frei von Fließmarken und Lufteinschlüssen. Die Kanten sind scharf ausgegossen.

*) Zur Dauererprobung wurde eine auf 28 Cicero gesetzte Matrizenzeile 1400mal hintereinander abgegossen.



Abb. 32

Oberfläche einer Zeile aus der Legierung 39 (13,5fache Vergrößerung, verwendete Schrift: 8 Punkt Excelsior, halbfett)

Bei der Legierung 16 konnte das Schriftbild noch befriedigen. In Abbildung 33 auf Seite 60 ist der Ausschnitt eines Abzuges vom Satz aus der Legierung 16 dargestellt, als Schrift wurde die 10 Punkt Melior verwendet. Es ist zu sehen, daß auch hier die Feinheiten der Schrift, wie z. B. die Serifen voll wiedergegeben werden. Weit unter dem Niveau lag das Schriftbild der mit der Legierung Zn Al 4,5 Mg 1,5 (russische Standardlegierung) gegossenen Zeilen.

Aus den Druckversuchen geht eindeutig die Überlegenheit vom Satz aus Zinklegierungen gegenüber dem Bleisatz, im vorliegenden Falle der Legierung 39 hervor, wie aus den Abbildungen 34, 35 und 36 zu ersehen ist. Im einzelnen sind in 8-facher Vergrößerung wiedergegeben:

in Abbildung 34, Seite 61, ein Ausschnitt des 100 000. Abdruckes des Satzes aus der Legierung 39

in Abbildung 35, Seite 62, ein Ausschnitt des 100 000. Abdruckes vom korrespondierenden Stereo

in Abbildung 36, Seite 63, ein Ausschnitt des 100 000. Abdruckes vom korrespondierenden Galvano

Die Schrift (8 Punkt Excelsior mit Halbfetter) ist beim 100 000. Abdruck vom Satz aus der Legierung 39 noch einwandfrei sauber, während die Abdrucke vom Galvano und Stereo deutlich Abnutzungserscheinungen zeigen, die sich in der Verbreiterung der Schriftzüge äußern.

Abbildung 37 auf Seite 64 zeigt das Teilstück einer Mater in 8facher Vergrößerung, die als 1. Prägung vom Satz aus der Legierung 39 abgenommen wurde, während Abbildung 38 auf Seite 65 die 19. Prägung vom gleichen Satz zeigt. Im Gegensatz

Abb. 33, Seite 60 Ausschnitt eines Abzuges vom Satz aus der Legierung 16 (8fache Vergrößerung)

Abb. 34, Seite 61 100 000. Abdruck von der Legierung 39 (8fache Vergrößerung)

Abb. 35, Seite 62 100 000. Abdruck vom Stereo (8fache Vergrößerung)

Abb. 36, Seite 63 100 000. Abdruck vom Galvano (8fache Vergrößerung)

Abb. 37, Seite 64 Teilstück einer Mater; 1. Prägung vom Satz aus der Legierung 39 (8fache Vergrößerung)

Abb. 38, Seite 65 Teilstück einer Mater; 19. Prägung vom Satz aus der Legierung 39 (8fache Vergrößerung)

die Natur
nsatz. Sie
ffenden K
um sie so
herrscht

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „lll..:

tifss, „111..:

tifss, „111..:

tifss, „111..:

tifss, „111..:

tifss, „111..:

tifss, „111..:

b f s k p z 6 7 9

u m l h w y b

A T I X U M

A T I X U M

A T I X U M

bfsk pz 679

umlhwy b

ATIX UM

ATIX UM

ATIX UM

zum Bleisatz sind hier keine Verschleißerscheinungen, d. h. kein Einbrechen des Schriftbildes und kein Flachprägen zu erkennen. — Nach russischen Literaturangaben wurden bis zu 300 Prägungen von einem Zinksatz abgenommen, ohne daß die Schärfe des Originals verloren ging. —

B. 3. 3 Aggressivität von Zinklegierungen im schmelzflüssigen Zustand

Wie in der Technik bekannt und bei den unter B. 3. 2 geschilderten Versuchen nochmals bestätigt, haben Zinkschmelzen die unangenehme Eigenschaft, Eisenwerkstoffe anzugreifen. Die Stärke des Angriffes wird — abgesehen von der Temperatur — sowohl vom Behälterwerkstoff als auch von der Legierungszusammensetzung der Schmelze bestimmt.

Zur Vermeidung des Angriffes durch Zinkschmelzen werden bei Druckgußmaschinen die Wände mit einer Schlichte ausgekleidet. Dieses Verfahren kann aber wegen der Umständlichkeit und der erforderlichen häufigen Ausführung desselben für das Gießaggregat der Zeilensetz- und Gießmaschine nicht übernommen werden. Dem Problem der Aggressivität kann hier nur durch die Wahl entsprechender Werkstoffe oder durch entsprechende Oberflächenbehandlungen beigegeben werden*).

B. 3. 3. 1 Versuchsaufbau und -durchführung

Da sich die Legierung 39 als die optimale erwiesen hatte, bezogen sich die Versuche auf das Verhalten dieser Schmelze.

Die Versuchsanordnung war recht einfach. Rechteckige Plättchen mit den Abmessungen 1 x 15 x 60 mm aus den zu prüfenden Materialien wurden an einem austenitischen, säurebeständigen Draht gemeinsam in die Versuchsschmelze gehängt, nachdem sie vorher gereinigt, entfettet und zur Erzielung einer gleichmäßigen Benetzung mit einem Flußmittel behandelt wurden. Es wurde dabei besonders darauf geachtet, daß alle Proben mit der gleichen Fläche von 12,3 cm² dem Angriff der Schmelze ausgesetzt waren. Der Tiegel für die Schmelze war aus austenitischem, säurebeständigem Blech gefertigt. Die ganze Anordnung befand sich in einem Luftumwälzofen. Mit 450 °C entsprach die Versuchstemperatur der Gießtemperatur der Legierung 39. Nach 8, 24, 48 und 72 h wurden die Proben jeweils dem Bad entnommen. Die anhaftende Zinkschicht wurde mit Natronlauge abgelöst und der Gewichtsverlust durch Auswiegen bestimmt.

Folgende Materialien wurden auf ihre Beständigkeit gegenüber der Schmelze der Legierung 39 untersucht:

- a. Armco-Eisen
- b. Eisenblech (Schwarzblech) handelsüblicher Güte
- c. Eisenblech, hartverchromt
- d. Grauguß GG 18
- e. Hitzebeständiger Stahl, Thermax 11 FN, der Firma Deutsche Edelstahl-Werke (X 20 CrNiSi 25 4, Werkstoff-Nr. 4821)
- f. Reinmolybdän der Firma Metallwerke Plansee

*) Lit. 40

B. 3.3.2 Versuchsergebnis und Diskussion

Die Ergebnisse der gravimetrischen Bestimmung des Angriffs sind in dem Diagramm, Abb. 40, Seite 68, festgehalten. Es läßt sich sagen, daß von Grauguß abgesehen, der Angriff in allen Fällen linear mit der Zeit fortschritt. Es zeigte sich, daß die Materialien nach **a.**, **b.** und **c.** sehr rasch zerstört werden, während **d.**, **e.** und **f.** ein für den Verwendungszweck brauchbares Verhalten zeigten.

Für das Gießaggregat der Zeilensetz- und Gießmaschine wird man daher für den Gießtopf wegen der relativ großen Wanddicke zweckmäßigerweise Grauguß weiterverwenden, während man für die anderen Bauteile zu chrom-nickelhaltigen hitzebeständigen Stählen greifen sollte. Molybdän als beständigster Werkstoff dürfte sich vor allem für die hochbeanspruchten Heitzaschen eignen.

B. 3.4 Beurteilung der Möglichkeiten der Legierungen auf Zinkbasis

Abschließend lassen sich die Vorteile von Zinklegierungen für den Einsatz zur Satzherstellung wie folgt zusammenfassen:

a. Höhere Festigkeit und Härte

Der Einsatz von Zinklegierungen läßt zum Prägen von Matrern höhere Temperaturen und Drücke zu. Zieht man als Vergleich die Härte und die Warmhärte heran, so läßt sich sagen, daß die Legierung 39 etwa die 4,75fache Härte der Bleilegierung Pb 81 Sn 7 Sb 12 besitzt.

Die Warmhärte liegt für diese Legierung ebenfalls höher, sie sinkt von 114 kg/mm² bei 20 ° C auf 52 kg/mm² bei 150 ° C ab. Da die Härte der Bleilegierungen jedoch stärker abnimmt, beträgt bei dieser Temperatur die Warmhärte der Legierung 39 noch das 10,4-fache der der Bleilegierung bei der gleichen Temperatur. Ebenso werden beim direkten Verdrucken des Satzes durch die größere Härte wesentlich höhere Auflagen möglich.

b. Geringeres Gewicht

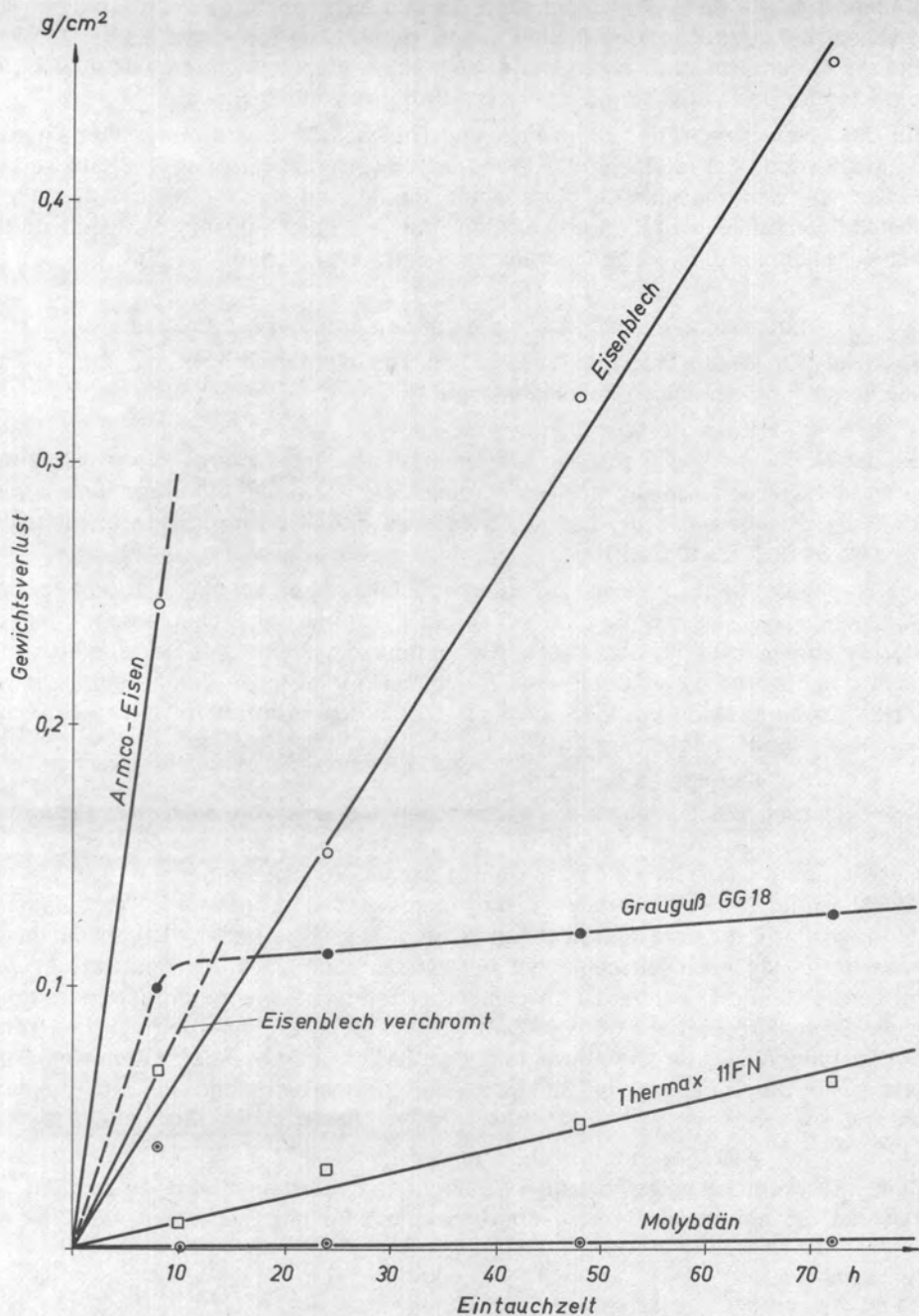
Die Legierung 39 ist mit einem spezifischen Gewicht von 6,7 g/cm³ gegenüber der Legierung Pb 81 Sn 7 Sb 12 um 34% leichter. Bei gleichem Gewicht könnte diese Ersparnis bei Schnellpressen einen schnelleren Maschinenlauf, also höhere Druckleistung, verwirklichen. Verzichtet man auf den schnelleren Maschinenlauf, dann ist eine geringere Maschinenabnutzung, also eine höhere Lebensdauer, zu erwarten. — Ja nach Maschinentyp beträgt der Gewichtsanteil des Satzes oder besser der Bleiform an den zu beschleunigenden und zu verzögernden Massen an einer Schnellpresse etwa 15% - 35%^{*)}. — Ferner ist für innerbetriebliche Transportleistungen, die für die Bewegung des Satzes aufgewendet werden müssen, ebenso für die Lagerung von Stehsatz, eine Gewichtsverminderung nicht uninteressant.

c. Kein gesundheitsschädigender Effekt

Zink wird, wenn es unter normalen Bedingungen verarbeitet wird, als ungiftig bezeichnet. So haben die Berufsgenossenschaften für die Gießereien, die Zink als

^{*)} Lit. 42

Angriff einer ternär-eutektischen
Zn-Al-Cu-Schmelze bei 450 C



Sand- oder Druckguß verarbeiten, keine Vorschriften für den Umgang mit Zink im schmelzflüssigen Zustand erlassen.

d. Breitere Rohstoffbasis

Zink besitzt dem Blei gegenüber eine breitere Rohstoffbasis. Da die Bundesrepublik Deutschland für ihre Zinkerzeugung jährlich etwa 20% der erforderlichen Erze oder Erzkonzentrate einführen muß, hat dieser Vorteil nur noch bedingt Gültigkeit.

e. Preis

Entgegen den meisten Vorstellungen wird sich für eine Zinklegierung der Preis voraussichtlich günstiger gestalten als für die bisher auf der Setzmaschine verwendeten Bleilegierungen. Für die Preisbildung muß der Unterschied im spezifischen Gewicht mit einkalkuliert werden. Da ja für eine Setzmaschinenzeile nicht das Gewicht der Zeile, sondern das Volumen, ausschlaggebend ist, ist es für den Vergleich zweckmäßig, den Kilopreis auf den Volumenpreis*) umzurechnen. Nach vorsichtigen Schätzungen müßte sich gegenüber den Bleilegierungen eine Kostenersparnis von 35 bis 40% erzielen lassen (bezogen auf die Legierung 39).

Nach Lösung der technologischen Probleme stehen der Einführung von Zinklegierungen als Setzmaschinenmetall nur noch betriebsorganisatorische Gründe entgegen. Da Zink und Blei, wie schon erwähnt, sich feindlich verhalten, d. h., da sie die jeweilige Vergießbarkeit herabsetzen, ist in einem Betrieb die gleichzeitige Anwendung von Setzmaschinenzeilen aus Zink- und Bleilegierungen praktisch ausgeschlossen, da kaum die Möglichkeit besteht, die Zeilen nach ihren Werkstoffen auseinanderzuhalten, ein Umstand, der beim Ausschachten des Satzes nach dem Druck von Bedeutung ist. Für einen Übergang auf ein Schriftmetall auf Zinkbasis käme für eine Druckerei also nur die Umstellung ihrer ganzen Maschinensetzerei in Frage. Die Verwirklichung eines solchen Entschlusses würde wegen der notwendigen Umrüstung der Maschinen einen erheblichen Kapitalaufwand erfordern.

B. 4 Kunststoffe

Für die Setzmaschinenzeile aus Kunststoff spricht vor allem das außerordentlich geringe spezifische Gewicht der Kunststoffe von 0,9 bis 2,2 g/cm³ je nach Kunststofftyp. Wie Versuche**) ergaben, ist den Kunststoffen weiterhin eine gute Farbannahme und -abgabe zu eigen. So zeigten Handsatzlettern aus Kunststoff beim direkten Verdrucken auf Schnellpressen ein besseres Verhalten beim Ausdrucken als solche aus Metall und ergaben Auflagen bis zu 500 000 gegenüber 30 000 bei Verwendung von Metallettern auf Bleibasis. Das gleiche Ergebnis wäre auch für eine Setzmaschinenzeile aus Kunststoff zu erwarten. Dem Einsatz von Kunststoff zur Herstellung von Setzmaschinenzeilen stehen jedoch beachtliche technologische Schwierigkeiten entgegen, die beim heutigen Stand der Technik kaum zu überkommen sind.

*) Kilopreis für die Bleilegierung 7/12 = 1,85 DM
Kilopreis für die Zinklegierung Z 410 = 1,30 DM
Volumenpreis für 1000 ccm für Legierung 7/12 = 18,70 DM
Volumenpreis für 1000 ccm für Legierung Z 410 = 8,70 DM

**) Lit. 10, Seite 640, Lit. 43

Außerdem wären von Kunststoffen nur die Thermoplaste verwendbar. Deren Anwendung erfordert weitaus höhere Spritzdrücke, analog zu den Spritzdrücken von Kunststoff-Spritzgußmaschinen, als bei den auf der Setzmaschine verwendeten Blei-Antimon-Zinn-Legierungen, die mit maximal 4 atü vergossen werden. Bei diesen notwendigen Spritzdrücken ist die fugendichte Abdichtung der Matrizenzeile, die zwischen Matrizenzeile und Gießform und die zwischen Gießform und Gießmund außerordentlich problematisch. Die Einhaltung der Spritztemperaturen muß in engeren Grenzen erfolgen, als beim Vergießen von Bleilegierungen. Dazu kommt, daß in diesem Fall auch für die Gießform, anders als bisher, eine bestimmte Arbeitstemperatur eingehalten werden muß, was eine abwechselnde Aufwärmung und Kühlung der Gießform bedingt. Weitaus schwieriger wäre das Problem zu lösen, für jede herzustellende Setzmaschinenzeile, die ja in Format und Kegel sehr unterschiedlich sein kann, die entsprechende Menge Kunststoffgranulat dem Spritzsystem zuzuführen. Für die Weiterverarbeitung ist erschwerend, daß die thermoplastischen Kunststoffe bei etwa 80 °C anfangen zu erweichen, eine Weiterverarbeitung über Matrern in der Stereotypie wäre deshalb wegen der dort erforderlichen Prägetemperaturen nicht möglich.

Bei Betrachtung der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten scheint daher eine Anwendung der heute verfügbaren Kunststoffe als Material zur Herstellung von Setzmaschinenzeilen im Augenblick für ausgeschlossen.

C. Thermische Einflußgrößen

Zum Gießprozeß oder zu dessen Vorbereitung gehören thermische Vorgänge, die folgende Funktionen erfüllen müssen:

Das im Gießtopf befindliche (eingefrorene) Schriftmetall ist bei Arbeitsbeginn vom festen in den flüssigen Aggregatzustand zu überführen und auf die gewünschte Verarbeitungstemperatur zu bringen. Die eingestellte Arbeitstemperatur soll, thermostatisch geregelt, sowohl für den Kessel als auch für den Hals ohne größeres Spiel eingehalten werden. Die vom Metallzuführer als Ausgleich für die Entnahme zum Guß der Zeilen automatisch nachgeschickte Schriftmetallmenge ist einzuschmelzen und auf Verarbeitungstemperatur zu bringen. Die bei der Erstarrung und Abkühlung der Zeilen freiwerdende Wärmemenge sowie die beim Gießvorgang infolge der Anlage zwischen heißem Gießmund und kalter Gießform auf die letztere übergegangene Wärmemenge, sind durch ein mit Wasser als Kühlmittel beschicktes Kühlsystem abzuführen. Die Erstarrungsgrenze beim Gießvorgang soll dabei in die Bohrungen des Gießmundes fallen.

Allen diesen Forderungen muß beim Betrieb der Zeilensetz- und Gießmaschine, insbesondere beim Betrieb der Schnellsetzmaschine, Rechnung getragen werden. Andernfalls treten eine Reihe von Komplikationen auf, von denen hier nur einige aufgeführt werden sollen:

Sinkt die Temperatur des Gießmundstückes ab, so werden die beim Gießprozeß sich in den Bohrungen bildenden Gußbutzen infolge der zum Gießhalsflansch hin verschobenen Erstarrungsgrenze zu lang. Im Extremfall bilden sich in der Einlaufnut des Gießmundstückes regelrecht Ansätze etwa in der Form von Blumenkohl. Diese, wie auch die langen Gußbutzen reißen ab, wenn der Gießmund sich von der Gießform löst. Sie schmelzen nach und setzen sich als Tropfen vor das Gießmundstück und behindern so beim nächsten Gießvorgang die Anlage. Ist die Temperatur des Gießmundstückes zu hoch, so verschiebt sich die Grenze der Erstarrungszone in den Zeilenkörper. Da das noch flüssige Schriftmetall durch den zurückgehenden Kolben am Ende des Gießvorganges wieder abgesogen wird, bleibt der Zeilenfuß hohl.

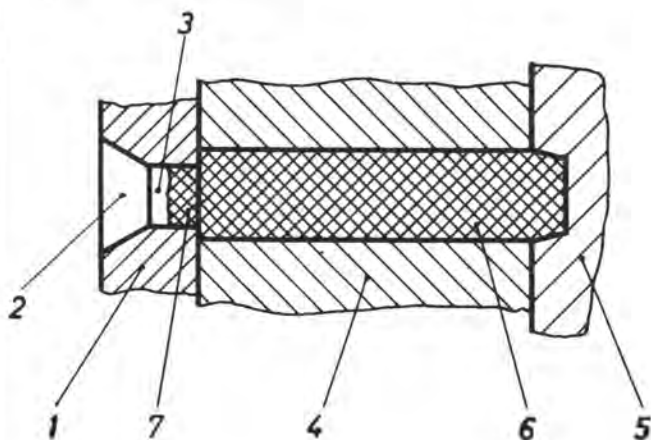


Abb. 41

In der Gießform erstarrte Zeile im Zeitpunkt unmittelbar nach dem Guß

- 1 Gießmund
- 2 Einlaufnut
- 3 Bohrung
- 4 Gießform
- 5 Matrize
- 6 gegossene Zeile
- 7 Gußbutzen mit Erstarrungsgrenze

Wird das Gießaggregat mit zu niedriger Arbeitstemperatur von Kessel und Hals gefahren, ist der Ausguß der Zeile unvollkommen. Das Schriftbild ist zerklüftet (Fließmarken) und der Zeilenkörper hat ein strahliges bis wolkiges Aussehen. Liegt die Arbeitstemperatur zu hoch, reicht die Kühlwassermenge nicht aus, um die Zeile rasch genug erstarren zu lassen. Das flüssige Schriftmetall tritt durch die Luftkanäle aus. Es gibt einen sogenannten Überläufer. Bei ungleicher Temperatur des Gießmundes, betrachtet über die Breite des Gießmundes, kann der Fall eintreten, daß die Zeilenmitte zu heiß und die Seiten zu kalt gegossen werden. Analog zu den oben angeführten Erscheinungsformen besitzt die Zeile dann in der Mitte einen hohlen Fuß, während auf den Seiten das Schriftbild unklar wiedergegeben ist. Obwohl sich die Aufzählung der Fehlermöglichkeiten noch beliebig fortsetzen ließe, soll hier darauf verzichtet werden.

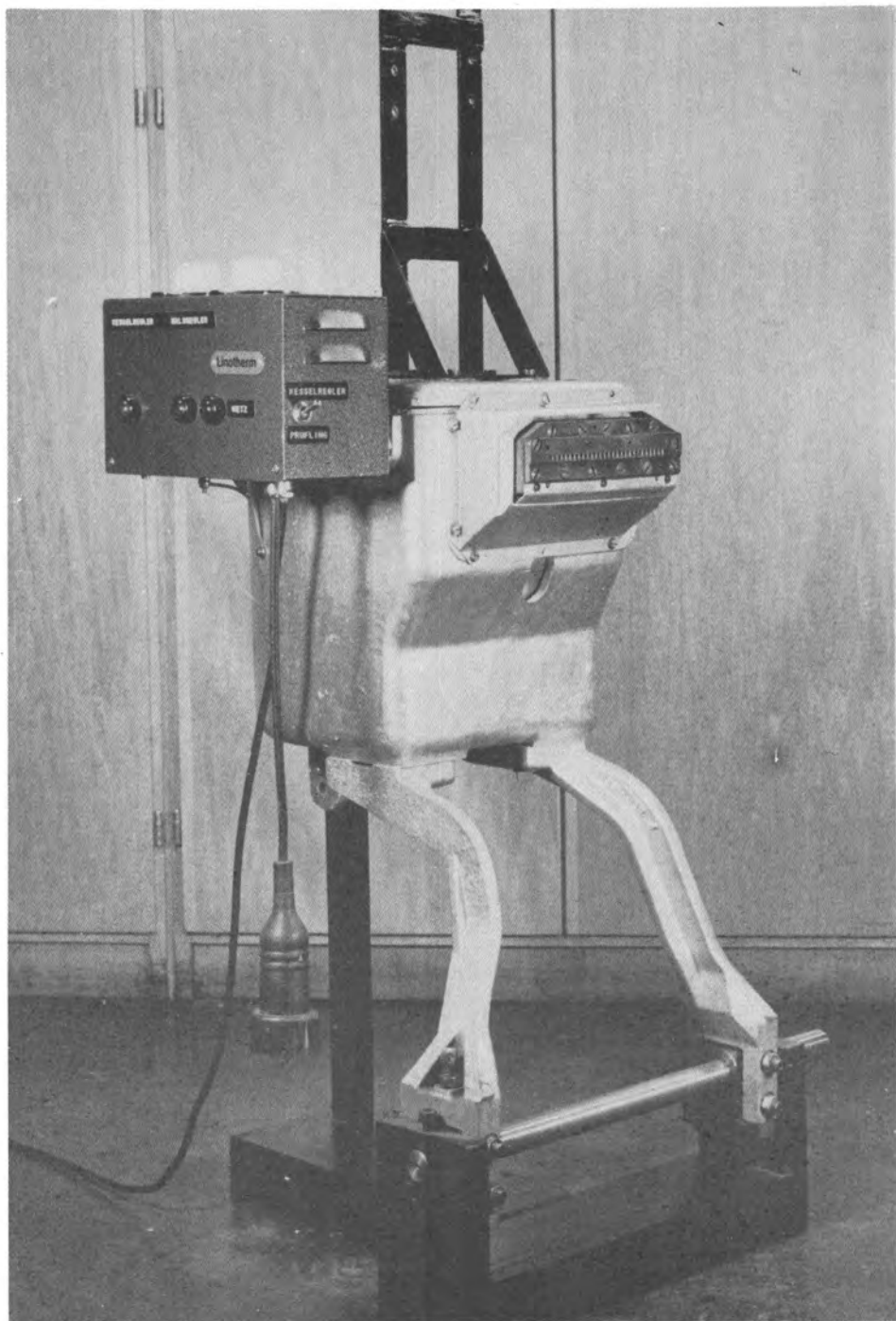
Bei der Vielzahl der den Wärmeprozess beeinflussenden Faktoren – wie Temperatur des Schriftmetalls, Temperatur des Gießmundes, Regelgenauigkeit der Thermostate, Überschneidung der Regelstrecken, der Wärmeinhalt der zum Guß erforderlichen Schriftmetallmenge, die Wärmemenge, die erforderlich ist, das nachgeführte Schriftmetall auf Arbeitstemperatur zu bringen, die durch Anlagezeit und Temperaturdifferenz auf die Gießform übergehende Wärmemenge beim Gießprozeß, damit also auch Kühlwassermenge, Kühlwassertemperatur und Gießgeschwindigkeit usw. – lassen sich kaum Schlüsse über die Wichtigkeit einzelner Faktoren ziehen. Es wurde daher versucht, geeignete Meßverfahren zu entwickeln und durch Messungen Ansätze zur Beurteilung von Einflußfaktoren zu finden.

C. 1 Betrachtung des Betriebsverhaltens

Das Zusammenwirken aller thermischen Einflußfaktoren auf das Gießaggregat läßt sich vielleicht am besten als das thermische Betriebsverhalten desselben umschreiben. Eine Darstellung dieses Verhaltens ist mit Hilfe von Aussagen über den Verlauf der Kessel- und Gießmundtemperatur möglich, da sich Veränderungen der Einflußfaktoren in ihrer Größe als Änderungen der Kessel- und Gießmundtemperatur äußern. Da derartige Messungen noch nicht durchgeführt wurden, erschien es dem Verfasser notwendig, erst einmal Kennlinien für verschiedene Betriebszustände zu ermitteln, wie für den Anheizvorgang bei Schichtbeginn und Abschaltvorgang bei Schichtende, vor allem für den Temperaturverlauf im Kessel und im Gießmund im stationären Zustand, d. h. wenn die Maschine ruht, und im praktischen Betrieb, für den Stromverbrauch und für die Temperaturverteilung am Gießmund. Auch waren für die weiteren Versuche exakte Angaben über das Betriebsverhalten die Voraussetzung.

C. 1. 1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Versuche selbst wurden in zwei Gruppen durchgeführt, einmal unter praktischen Bedingungen in der Zeilensetz- und Gießmaschine selbst, das andere Mal in einem speziell für diesen Zweck geschaffenen Prüfstand, der in Abbildung 42



auf Seite 73 dargestellt ist. Die Grundeinheit des Prüfstandes bildet ein Linotherm-Gießaggregat mit einer kompletten Regelanlage. Der Schaltplan für diese Einrichtung geht aus Abbildung 43 auf Seite 75 hervor. Eine zusätzlich angebrachte Vorrichtung dient der Prüfung der zur Verwendung kommenden Thermostate. Als Meßverfahren wurde die thermoelektrische Methode gewählt.

C. 1. 1. 1 Meßgeräte

Zur Messung und Aufzeichnung der Temperaturen wurde der elektronisch arbeitende Kompensations-Punktdrucker Polycomp der Firma Hartmann & Braun eingesetzt.

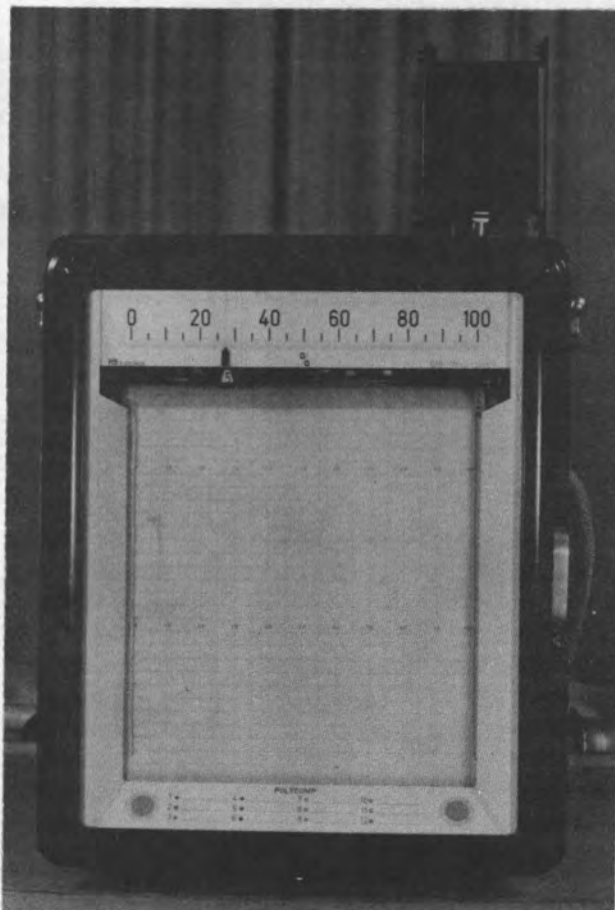
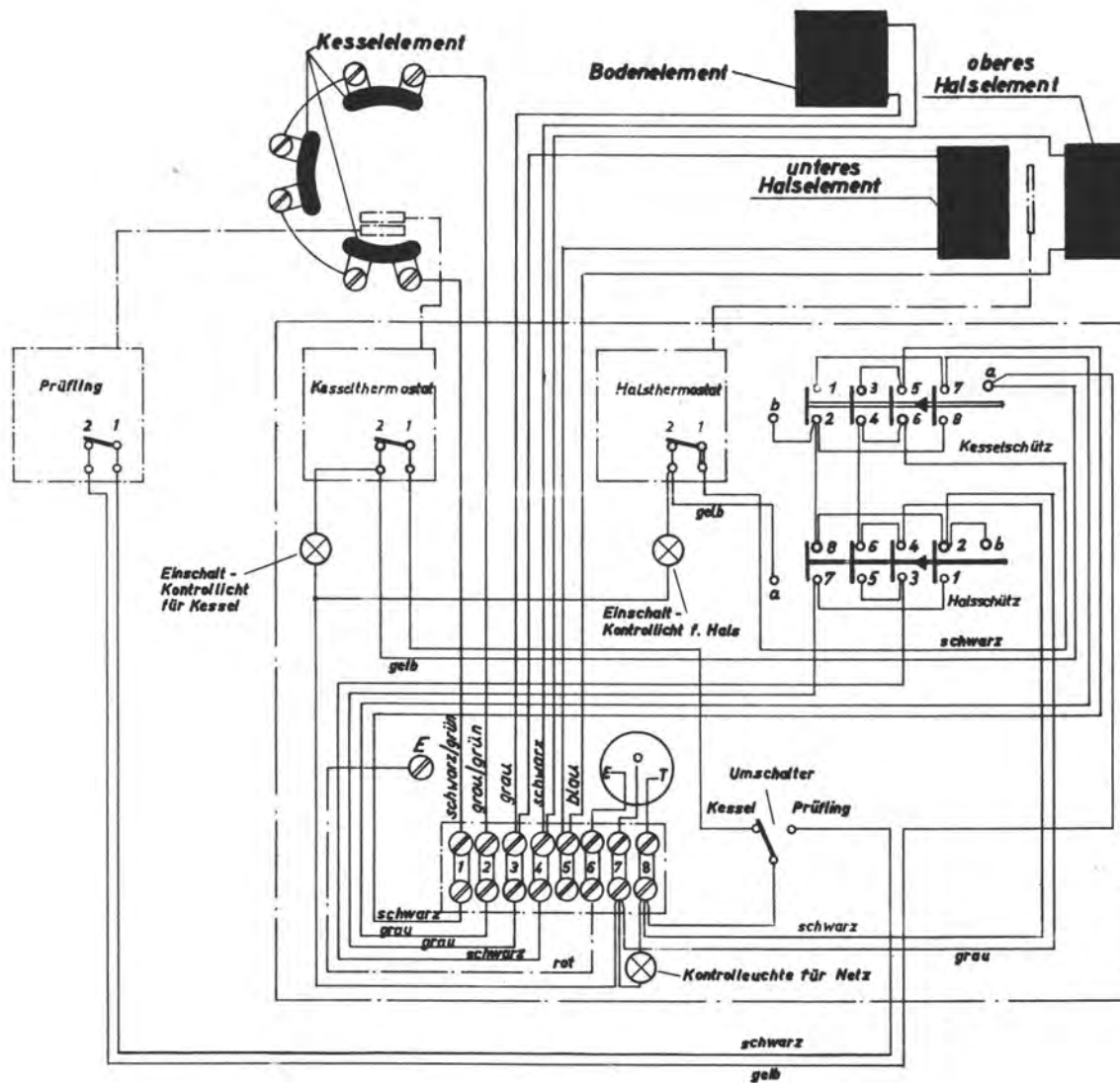


Abb. 44
Elektronischer
Kompensations-Punktdrucker
Polycomp

Bei diesem Meßgerät wird als Meßprinzip die Kompensationsmethode nach Poggendorf angewendet. Mit einem konstanten Gleichstrom J_H wird die Brückenschaltung mit dem Präzisionsmeßpotentiometer A_1 gespeist. Der Spannungsabfall E_V an dem Teilwiderstand R_K des Meßpotentiometers A_1 ist im abgeglichenen



Schaltplan des Prüfstandes

Zustand gleich der zu messenden Spannung E_x . Im nichtabgeglichenen Zustand liegt die Differenzspannung

$$E_d = E_v - E_x$$

am Eingang des Verstärkers N_2 . Durch den Wechselrichter wird die Differenzspannung in eine phasenabhängige Wechselspannung umgeformt und in den nachfolgenden Stufen des Verstärkers erhöht. Der Steuerwicklung des Meßmotors A_2 wird die am Ausgang des Verstärkers vorhandene zugeführt. Diese Spannung ist um 90° phasenverschoben gegenüber der an der Erregerwicklung des Meßmotors ständig anliegenden Netzspannung. Der Meßmotor A_2 ist mechanisch mit dem Schleifer des Meßpotentiometers verbunden und ändert seine Drehrichtung mit der Polarität von E_d . Dadurch wird der Schleifer des Meßpotentiometers immer so lange in der richtigen Richtung verstellt, bis die Differenzspannung E_d den Wert 0 annimmt. Das Gerät ist mit einem Vergleichsstellen-Korrektor ausgerüstet. In einem thermostatisch geregelten, elektrisch beheizten Raum ist in einem zur Dämpfung dienenden Metallblock ein Thermopaar untergebracht, das als Vergleichsmeßstelle dient. Die Temperatur der Vergleichsmeßstelle beträgt $+50^\circ\text{C}$. — Der Vergleichsstellenkorrektor wurde im vorliegenden Falle direkt auf den Polycop aufmontiert. —

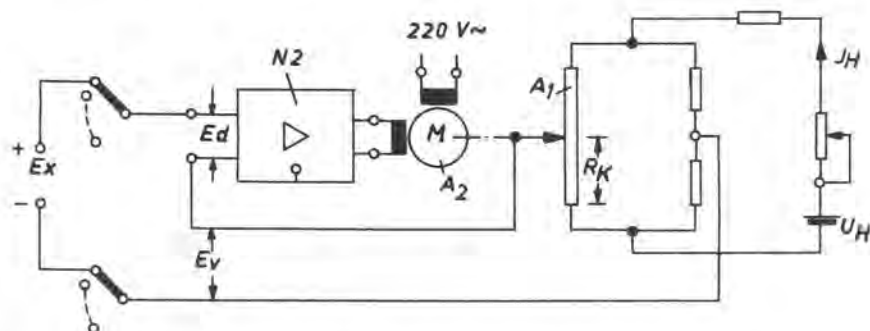


Abb. 45 Prinzipschaltbild des elektronischen Kompensationsschreibers Polycomp

Zum Messen und Registrieren schaltet ein Synchronmotor über ein Maltesergetriebe den Meßstellenumschalter und den Drucker um eine Stellung weiter, wobei der Eingang des Verstärkers durch einen zusätzlichen Schalter kurzgeschlossen wird, um unzulässige Bewegungen des Druckers zu vermeiden. Nach Abschluß des Umschaltvorganges wird der Schleifer des Meßpotentiometers durch den Meßmotor in eine Stellung gebracht, die dem Meßwert des zur Zeit angeschlossenen Gebers entspricht. Der Druckkopf ist mechanisch mit dem Schleifer des Meßpotentiometers verbunden und zeigt so den entsprechenden Meßwert auf der Skala an. Die während der Meßstellenumschaltung bereits eingefärbte Type im Druckkopf druckt jetzt den Meßwert auf einen Registrierstreifen. Nach Abheben des Druckkopfes ist der aufgezeichnete Meßwert sofort ablesbar, und es erfolgt die nächste Umschaltung des Meßstellenumschalters und damit die Einstellung auf den neuen Meßwert.

Beim Polycomp werden die Meßwerte in 6 Farben und mit 2 verschiedenen Drucktypen nacheinander auf das Schreibpapier gedruckt. An das Gerät lassen sich maximal 12 Thermoelemente anschließen, die in der vorliegenden Ausführung zu jeweils drei Meßbereichen zusammengefaßt sind, wobei jeder Meßbereich durch Widerstände, die in einem steckbaren Meßbereichskästchen eingebaut sind, eindeutig bestimmt ist. Die Punktfolge beträgt für das Gerät 4 Sekunden; der Papiervorschub ist in Stufen einstellbar von 20 bis 12 800 mm/h. Die Meßgenauigkeit wird von der Herstellerfirma mit $\pm 0,25\%$ vom Meßbereichsumfang angegeben. Für den angewandten maximalen Meßbereich von 0 - 400 °C ergibt sich somit ein maximaler Meßfehler von ± 1 °C, ein Wert, der für die Genauigkeit der Messungen noch als durchaus tragbar erschien, zumal es sich in erster Linie darum handelte, mehr die Tendenzen im Temperaturverlauf als dessen absolute Werte festzustellen.

Zur Verbrauchsmessung wurde das in Abbildung 46 dargestellte Meßgerät gebaut.

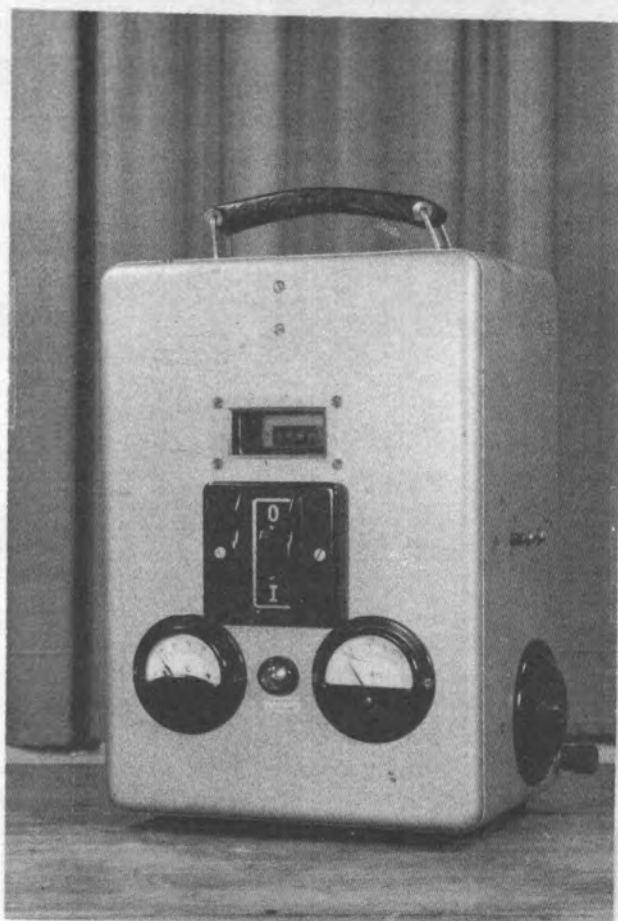


Abb. 46
Meßgerät zur
Verbrauchsmessung

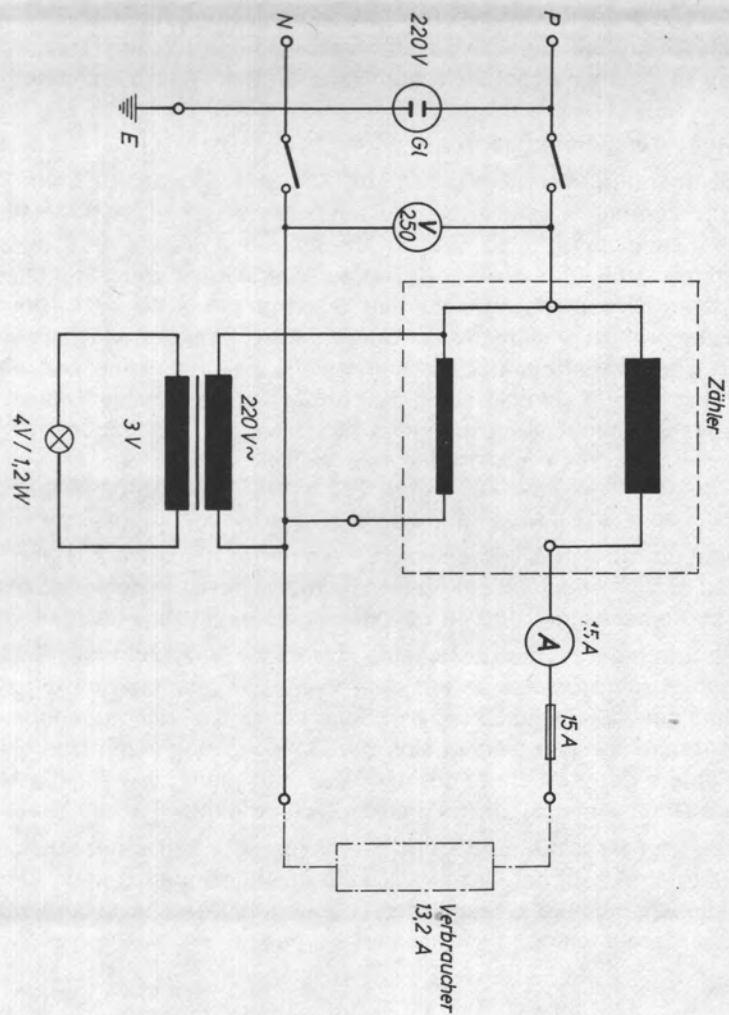
Bei dem Gerät handelt es sich im wesentlichen um einen handelsüblichen Kilowattstundenzähler, der zur besseren Anwendungsmöglichkeit an der Zeilensetz- und Gießmaschine mit verschiedenen Anschlußmöglichkeiten versehen wurde. Der Aufbau ist aus dem Schaltplan, Abbildung 47, Seite 80, zu ersehen.

C. 1. 1. 2 **Temperatugeber**

Als Temperatugeber wurden Thermoelemente verwendet. Beim Thermoelement wird die Verbindungsstelle zweier Drähte aus verschiedenen Metallen der zu messenden Temperatur ausgesetzt, während die andere Übergangsstelle, die den Stromkreis schließt, auf einer bekannten Gegentemperatur gehalten wird. In dem gebildeten Stromkreis entsteht eine elektromotorische Kraft, eine Thermospannung, die proportional der Temperaturdifferenz zwischen Vergleichs- und Meßstelle ist. Ist die Temperatur der Vergleichsstelle bekannt, kann von der gemessenen Thermospannung auf die Temperatur der Meßstelle geschlossen werden. Die Höhe der abgegebenen Thermospannung hängt von der Art der Paarung ab. Zur Messung selbst wurden als Tauchfühler handelsübliche mit Schutzrohr versehene Eisen-Konstantan-Thermoelemente der Firma Hartmann & Braun verwendet. Sie wurden zur Messung geringfügig abgeändert. Als Fühler für die Oberflächentemperaturen dienten Thermoelemente der Firma Pyro-Werk, Hannover. Bei ihnen handelt es sich ebenfalls um Fe-Konst.-Paare, deren Schenkel in eine Kupferplatte mit den Abmessungen 10 x 15 x 3 mm eingelötet sind.

Die Anordnung der Thermoelemente sowohl für Messung unter Praxisbedingungen (Betriebszustand) wie auch auf dem Prüfstand (stationärer Betrieb) sind in den Abbildungen 48, 49 und 50 auf den Seiten 81 und 82 wiedergegeben. Zur Messung der Kesseltemperatur befand sich der Geber in der unmittelbaren Nachbarschaft des Fühlers des Kesselthermostat. Diese Anordnung war für die Messung im Betriebszustand wie auch im stationären Zustand gleich.

Während zur Messung der Oberflächentemperatur im Betriebszustand die Thermoelemente direkt auf der Dichtungsfläche des Gießmundes angebracht waren (Abb. 49, Seite 82), mußte aus räumlichen Gründen im Betriebszustand auf eine Messung der Oberflächentemperatur verzichtet werden.



Schaltplan für kWh-Zähler

Abb. 47

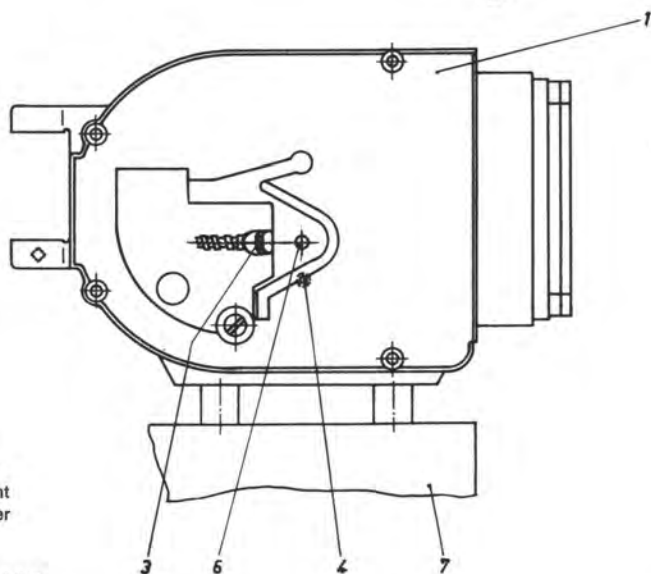
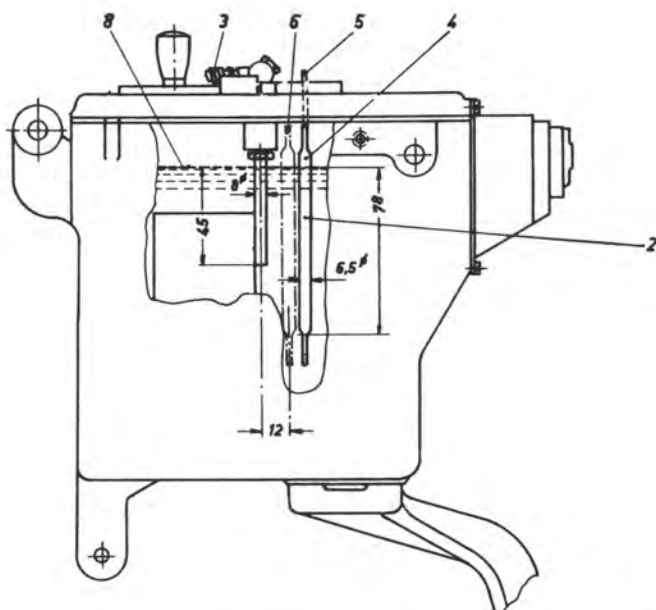


Abb. 48

- 1 Gießaggregat
- 2 Thermoelement in Schutzkörper
- 3 Zuleitung
- 4 Fühler des Kesselthermostates
- 5 Kapillarrohr des Kesselthermostates
- 6 Fühler des Thermostates (Prüfling)
- 7 Reglergehäuse
- 8 Bleispiegel

Anordnung des Thermoelementes zur Messung der Gießtopfkesseltemperatur

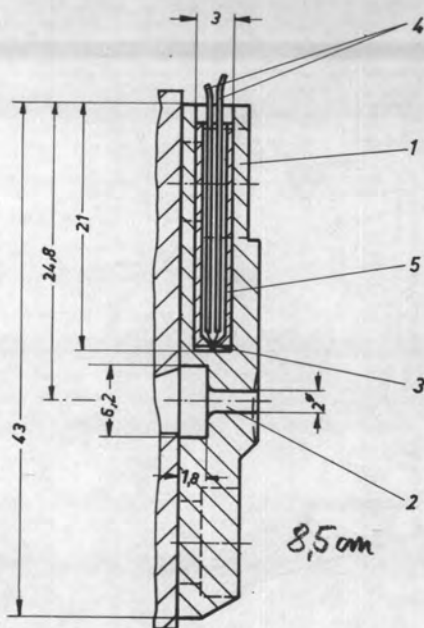


Abb. 49

Geberanordnung zur Messung
der Gießmundtemperatur
im Betriebszustand

- 1 Gießmund
- 2 Einspritzbohrung
- 3 Thermoelement
- 4 Thermoelementenschenkel
- 5 Kupferhülse
- 6 Flansch des Gießtopfhalses

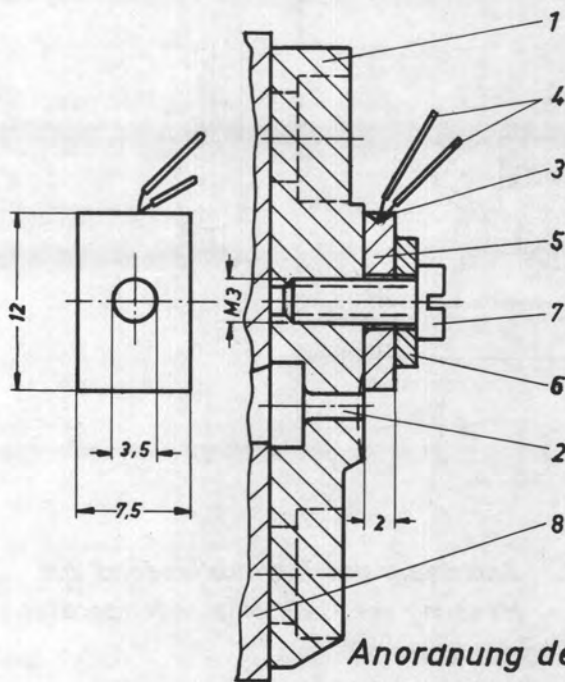


Abb. 50

Geberanordnung zur Messung der
Gießmundoberflächentemperatur
im stationären Zustand

- 1 Gießmund
- 2 Einspritzbohrung
- 3 Thermoelement
- 4 Thermoelementenschenkel
- 5 Kupferplatte
- 6 Asbestscheibe
- 7 Zylinderschraube
- 8 Flansch des Gießtopfhalses

*Anordnung des Thermoelementes zur
Messung der Gießmundtemperatur*

Statt dessen wurden hierfür die Thermoelemente im Gießmund untergebracht (Abb. 50, Seite 82). Die Verteilung der Thermoelemente zur Messung der Temperatur über die Breite des Gießmundes erfolgte entsprechend der Skizze, Abb. 51.

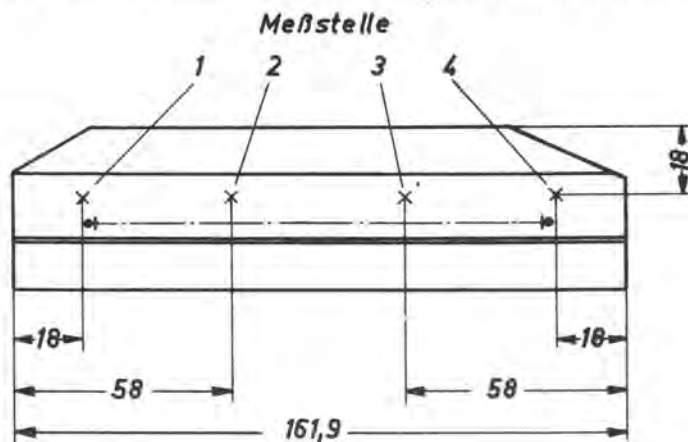


Abb. 51
Anbringung der
Meßstellen
am Gießmund

C. 1. 1. 3 Versuchsbedingungen

Die Aufnahmen des Temperaturverlaufs beim Einschalten und Abschalten des Gießaggregates, sowie die Messung über die Temperaturverteilung am Gießmund im stationären Betrieb, d. h. ohne Gießen, wurden auf dem Prüfstand ausgeführt. Die Aufnahmen des Temperaturverlaufs im Betriebszustand wurden an der Linotype-Setzmaschine Modell 5c Quick Nr. 14 519 vorgenommen. Die Bedingungen, die über den Versuch konstant gehalten wurden, waren im einzelnen:

Format der Zeile	28 Cicero
Kegel der Zeile	10 Punkt/normale Rippenzeile
Schriftmetall	Legierung 7/12
Kesseltemperatur	300 °C
Gießmundoberflächentemperatur	270 /C
Höhe des Bleisiegels	65 mm
Kühlwasserdurchlauf	100 l/h
Betrieb mit Schnellfallklinke	

Die Gießgeschwindigkeiten wurden variiert, sie betrugen 6 und 12 Zeilen/min. Der Gußbeginn erfolgte jeweils in die auf Zuflußtemperatur abgekühlte Gießform.

C. 1. 2 Versuchsergebnis und Diskussion

Die Kurven des Temperaturverlaufs bei den verschiedenen Betriebszuständen gehen aus den in Abbildung 52, 53, 55, 56 und 57 auf den Seiten 85, 86, 88, 89 und 90 wiedergegebenen Meßschrieben hervor. So stellen die Kurven in Abbildung 52 und 53 den mittels Prüfstand aufgenommenen Einschalt- und Ausschaltvorgang dar. Es ist zu sehen, daß die Temperatur der Gießmundoberfläche relativ schnell ($t_{AG} = 18' 45''$) den Sollwert erreicht, während die Anheizzeit des Kessels größer ist ($t_{AK} = 1$ h). Sowohl beim Anheizen wie beim Abkühlen sind die für das Schrift-

metall, Legierung 7/12, typischen Haltepunkte bei der Änderung des Aggregatzustandes zu erkennen. Wegen der Länge des Abkühlvorganges (44 h 53' von 300 °C Kesseltemperatur auf 14,5 °C Kesseltemperatur = Raumtemperatur) ist darauf verzichtet worden, ihn hier bis zum Ende wiederzugeben. Für vergleichende Messungen, z. B. über die Güte der Abisolierung von Gießaggregaten, ergäbe die Aufnahme der Abkühlungsgeschwindigkeiten eine recht brauchbare Aussage.

Der Verlauf der Temperaturen im stationären Zustand ist ebenfalls aus den Abbildungen 52 und 53 zu erkennen. Sowohl für Kesseltemperatur wie für Gießmundoberflächentemperatur zeigen sich die für Zweipunktreger typischen Sägezahnkurven. Aufgrund der unterschiedlichen Regelstrecken unterscheiden sich die beiden Kurven in der Amplitude, die für den Verlauf der Gießmundoberflächentemperatur größer ist.

Zu einer weiteren Aussage über die thermische Güte von Gießaggregaten führt die elektrische Verbrauchsmessung. In Abbildung 54 ist der Verlauf für jeweils ein Exemplar des Linotharm-Gießaggregates und des älteren Funditor-Lino-Gießaggregates wiedergegeben. Im vorliegenden Falle genügten für die Linotharm-Heizung 500 Watt, um die Heizung im stationären Betrieb auf den für Kessel und Hals erforderlichen Arbeitstemperaturen zu halten. Der gegenüber der Funditor-Lino-Heizung geringere Verbrauch dürfte vor allem auf die isolierte Aufhängung des Halses (vergl. Abb. 3, Seite 11) zurückzuführen sein, die auch, wie die in Abbildung 55, Seite 88, wiedergegebene Messung zeigt, gegenüber der Funditor-Lino-Heizung zu einer gleichmäßigen Verteilung der Temperatur über die Breite des Gießmundes führt.

So deckten sich für diese Messung der Temperaturverlauf für die beiden äußeren Punkte 1 und 4 (vgl. Abb. 51, Seite 83), während der Verlauf für die Meßstelle 2 geringfügig und für die Meßstelle 3 um etwa + 6 °C über 1 und 4 lagen, so daß man praktisch von einer konstanten Temperaturverteilung über die Breite des Gießmundes sprechen kann.

Abbildung 56 und 57 auf den Seiten 89 und 90 zeigen den Verlauf der Kessel- und Gießmundtemperatur beim praktischen Betrieb der Zeilensetz- und Gießmaschine für die Gießgeschwindigkeiten 6 und 12 Zeilen/min. Die Temperaturabweichungen vom Sollwert waren größer als die im stationären Betrieb. Sie sind eindeutig geschwindigkeitsabhängig. Für die Geschwindigkeit von 6 Zeilen/min sank die Kesseltemperatur nur geringfügig ab, für 12 Zeilen/min war der Abfall größer. Einen rapiden Abfall der Kesseltemperatur brachte das aus Abbildung 57 ersichtliche Einhängen der Schriftmetallstangen in den automatischen Metallzuführer. Das Absinken der Gießmundtemperatur übertraf das der Kesseltemperatur; es betrug für die Gießgeschwindigkeit 6 Zeilen/min im Mittel 16 °C und für 12 Zeilen/min im Mittel 12 °C. Der für 6 Zeilen/min größere Wert ist, da ja in der Summe die Anlagezeiten des Gießmundes an die gekühlte Gießform gleich waren, auf die bei 6 Zeilen/min auf die gegenüber 12 Zeilen/min geringere Summe des Wärmeinhalts der durchgesetzten Menge an Schmelzgut zurückzuführen.

Da im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur dieses Gebiet in weiten Grenzen abgesteckt werden konnte, müßten nach Meinung des Verfassers durch weitere Mes-

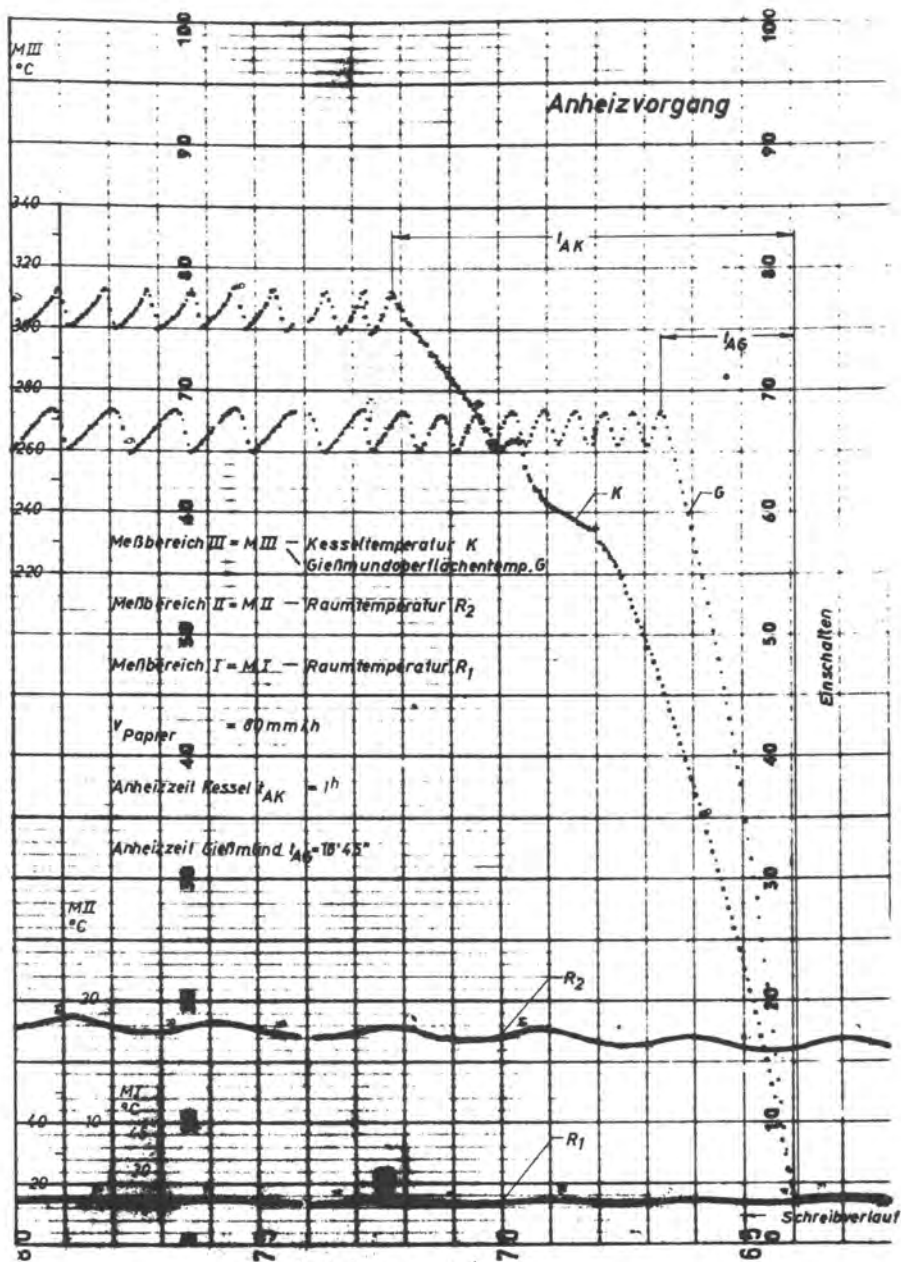


Abb. 52

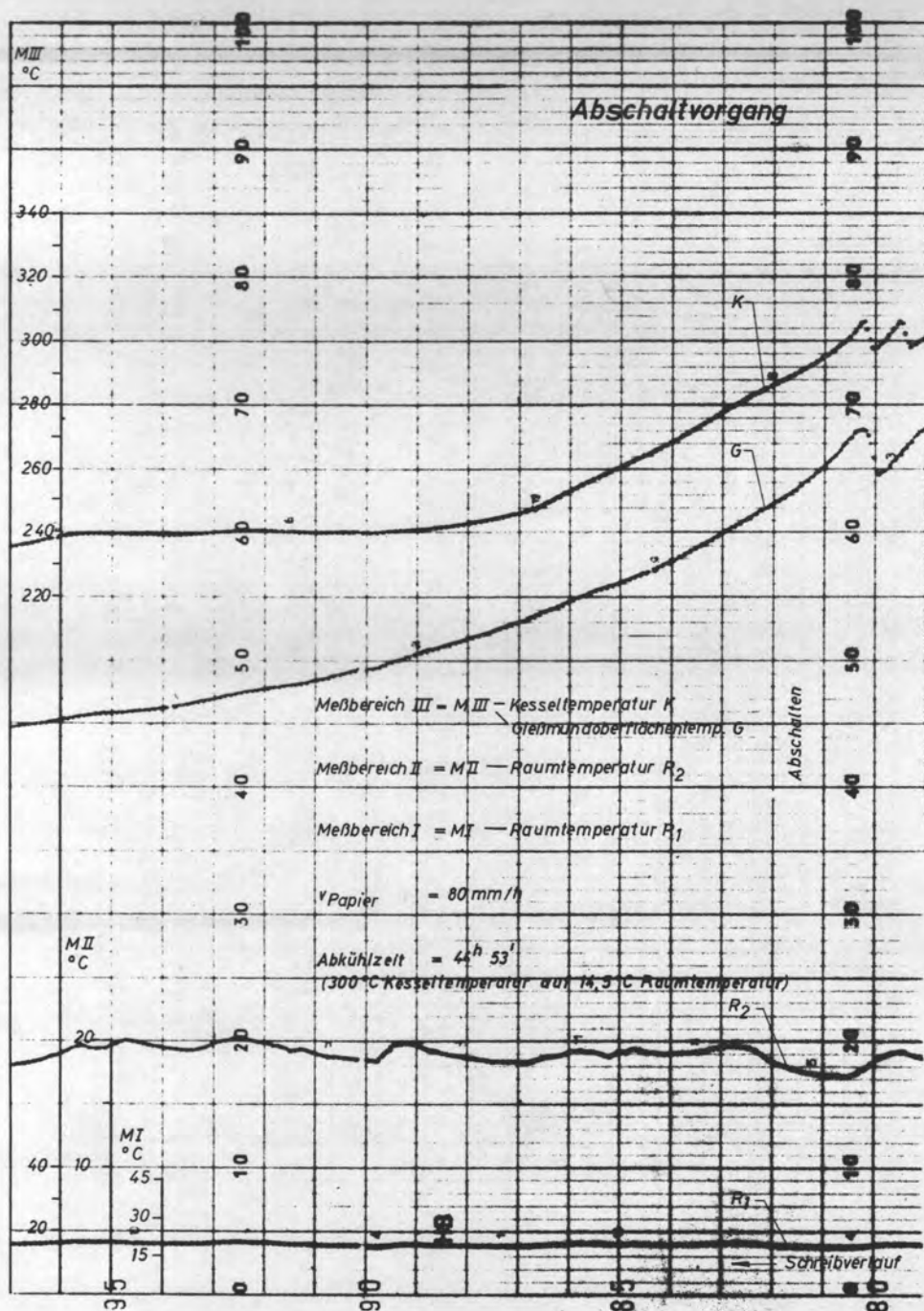


Abb. 53

Stromverbrauch der Heizung **- stationärer Zustand -**

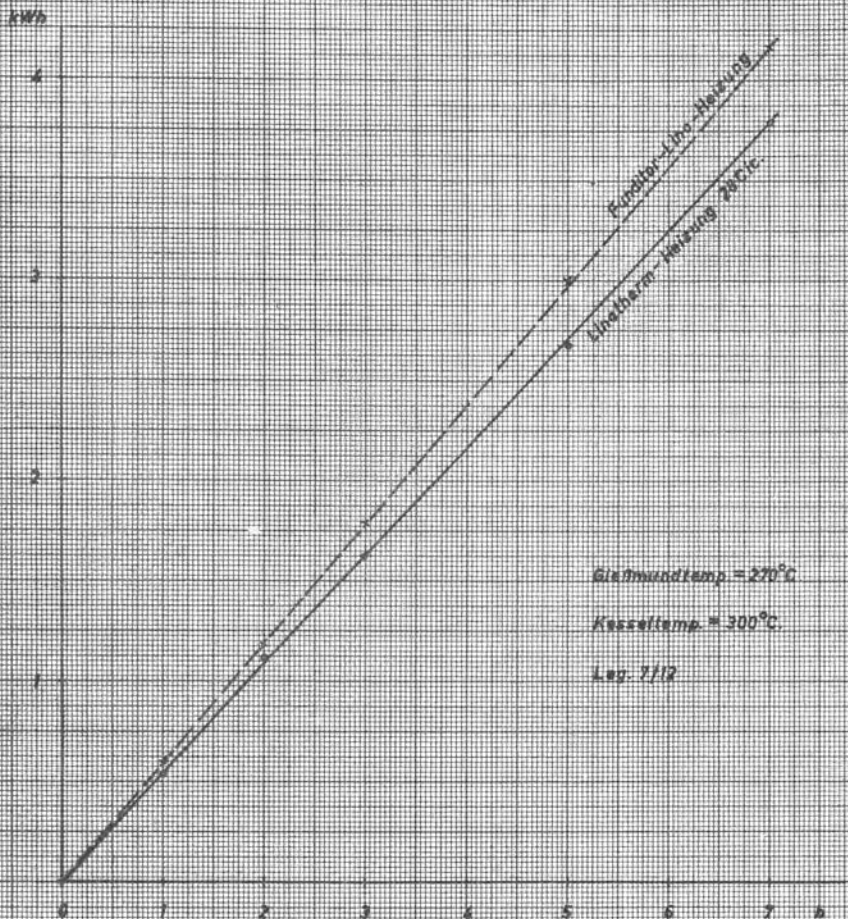


Abb. 54 87



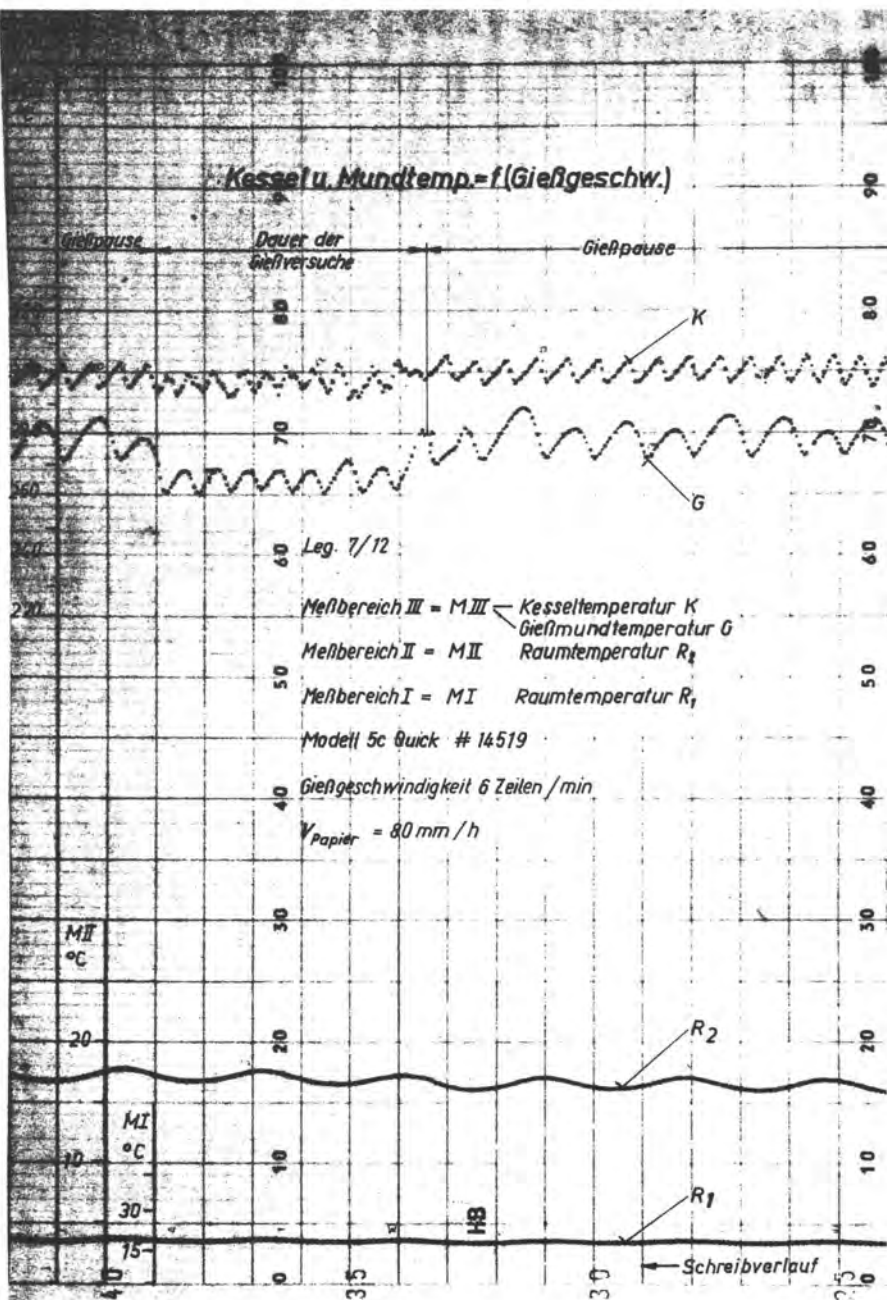


Abb. 56

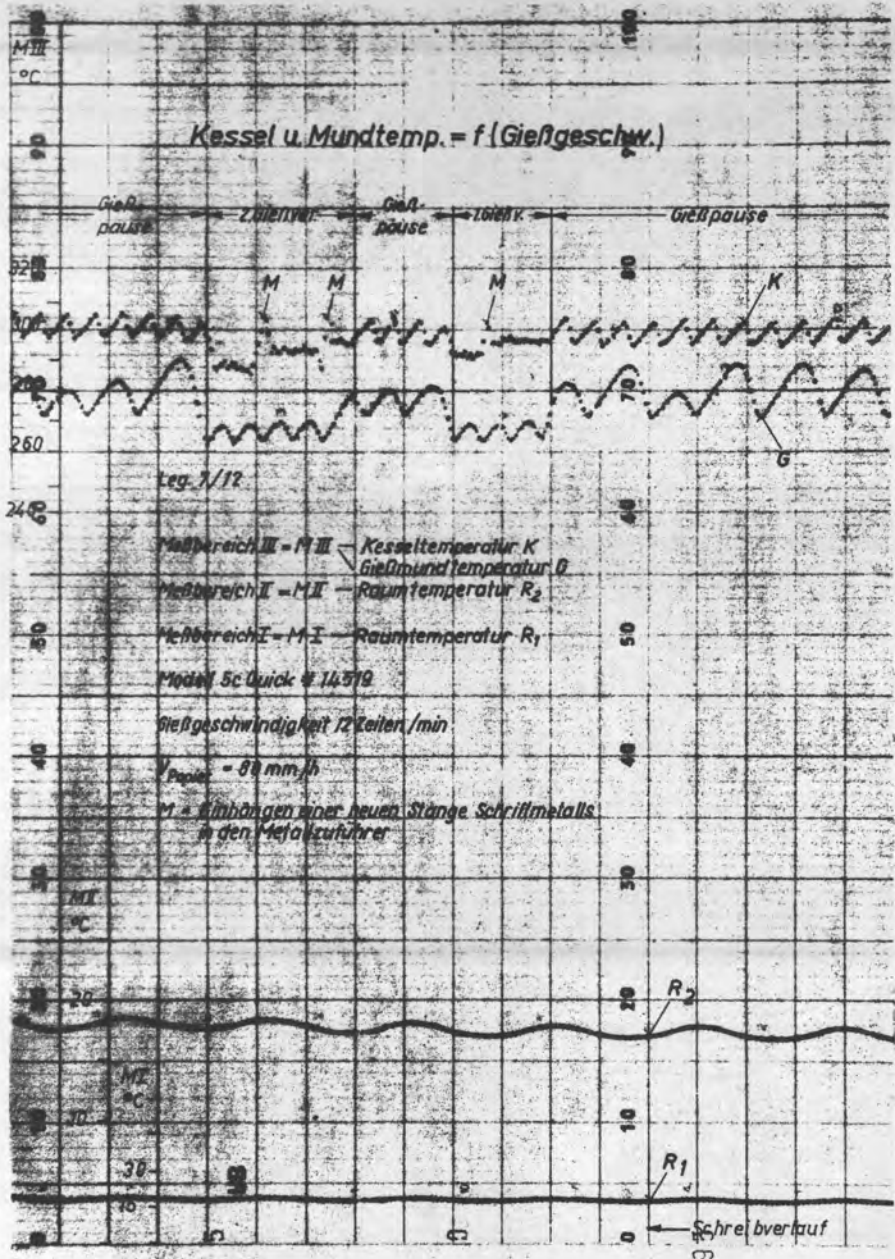


Abb. 57

sungen die Zusammenhänge zwischen Gießgeschwindigkeit und Verlauf der Kessel- und Gießmundtemperatur noch näher beleuchtet werden.

C. 2 Untersuchung des Regelverhaltens von Thermostaten verschiedener Ausführung

Wie eingangs beschrieben, werden Thermostate zur Konstanthaltung der Arbeitstemperaturen von Gießkessel und Gießhals verwendet. Die an Zeilensetz- und Gießmaschinen verwendeten Thermostate sind ausschließlich Zweipunkt-Regler, d. h. sie schalten entweder direkt oder über Schütze bei Unterschreiten der Solltemperatur den Heizkreis ein und bei Überschreiten der Solltemperatur den Heizkreis aus. Mit einer Ausnahme, der elektrisch arbeitenden Linotronic-Control der Firma Mergenthaler Linotype Company, basieren diese Thermostate auf dem Druckprinzip: In einem am Meßort befindlichen Fühler wird eine Flüssigkeit durch Erwärmung zum Ausdehnen gebracht. Die Flüssigkeit tritt durch ein Kapillarrohr und betätigt über ein elastisches Glied einen Schalter. Das elastische Glied kann als Druckbalg, Membrane oder Bourdonfeder ausgeführt sein. Von diesen Thermostaten sind bei der Anwendung in der Setzmaschine eine Reihe von Forderungen zu erfüllen. Ihr Regelverhalten soll so sein, daß die Arbeitstemperatur in Grenzen gehalten wird, innerhalb derer keine Komplikationen für den Gießprozeß auftreten (etwa $\pm 10^\circ\text{C}$). Vor allem gilt, daß von den Thermostaten die Solltemperatur über lange Zeit gehalten wird, da in den Betrieben, in denen Setzmaschinen verwendet werden, kaum Meßgeräte zur Überprüfung der Arbeitstemperaturen zur Verfügung stehen, an Hand derer eine Nacheichung der Thermostate durchgeführt werden kann. Ferner müssen sie dem oft recht rauen Betrieb bei der Zeilensetz- und Gießmaschine gewachsen sein. Dem Verfasser schien es angebracht, an der Zeilensetz- und Gießmaschine zur Verwendung kommende oder handelsübliche für den erwähnten Verwendungszweck geeignet erscheinende Thermostate einmal zu untersuchen.

C. 2. 1 Versuchsaufbau und -durchführung

Meßgeräte und Temperaturgeber entsprachen den unter C. 1. 1. 1 und C. 1. 1. 2 beschriebenen. Die Versuche selbst wurden auf dem Prüfstand im stationären Betrieb durchgeführt; es wurde hierzu die eingangs erwähnte zusätzliche Einrichtung benutzt. — So wurde zur Aufnahme der zu prüfenden Thermostate eine Haltevorrichtung geschaffen, die sich auf dem Gießaggregat befindet und es ermöglicht, alle Arten der zu untersuchenden Thermostate aufzunehmen. Der Fühler des Prüflings taucht in unmittelbarer Nähe des Fühlers des Thermostaten zur Kesselregelung des Prüfstandes in den Kessel ein. Der elektrische Anschluß zum Prüfling wurde so ausgeführt, daß durch Umlegen eines Kippschalters die Kesseltemperatur anstelle vom Kesselthermostaten des Prüfstandes vom Prüfling geregelt wird (vgl. Schaltplan, Abb. 43, Seite 75). Zur Kontrolle des Einschaltens und der Einschaltzeiten dienen Glimmlampen für jeden Heizkreis, die aufleuchten, wenn der betreffende Thermostat eingeschaltet ist, wobei die Thermostate nur die Spulen von Drehstrom-Luftschützen beeinflussen, die ihrerseits erst die beiden Heizkreise schalten. —

Im einzelnen wurden 5 Thermostate untersucht. Sie sollen hier mit T_A , T_B , T_C , T_D und T_E bezeichnet werden.

Beim Thermostat T_A dehnt die Flüssigkeit im Fühler einen Messingbalg aus, der über eine Hebelbrücke einen Mikroschalter zum Ansprechen bringt.

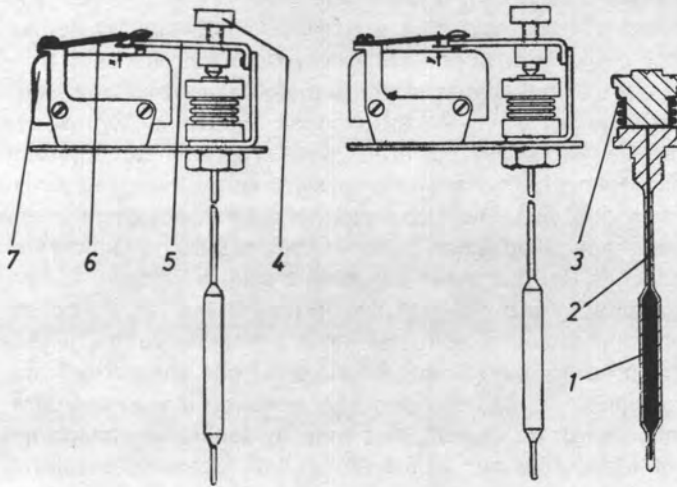


Abb. 58

Thermostat mit Schaltbrücke und Mikroschalter. Die Schraube dient zum Einstellen der Solltemperatur.

- y = Schaltstellung „Ein“
- x = Schaltstellung „Aus“
- 1 Fühler
- 2 Kapillarrohr
- 3 Federbalg
- 4 Einstellschraube
- 5 Schaltbrücke
- 6 Rückholfeder
- 7 Mikroschalter

Der Thermostat T_B arbeitet wie der Thermostat T_A , nur geschieht hier die Betätigung des Schalters über eine, einen Stift tragende Membrandose.

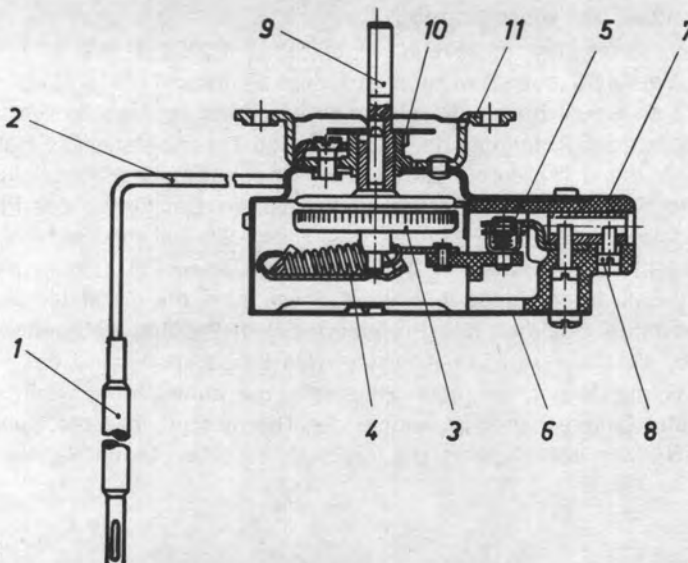


Abb. 59

Über den auf der Membrandose sitzenden Stift wird ein kräftiger Schalter betätigt. Über die Verstellspindel ist eine Änderung des Sollwertes möglich.

- 1 Fühler
- 2 Kapillarrohr
- 3 Doppelmembran
- 4 Schaltmechanik
- 5 Kontakte
- 6 Gehäuse
- 7 Anschlußstück
- 8 Klemmschraube
- 9 Stift für Knebel
- 10 Justierkranz
- 11 Montagebügel

T_C ist ein Thermostat, bei dem der Fühler eine Quecksilberfüllung besitzt. Die Betätigung des Schalters, einer Quecksilberschaltzröhre, erfolgt mittels einer Bourdonfeder.

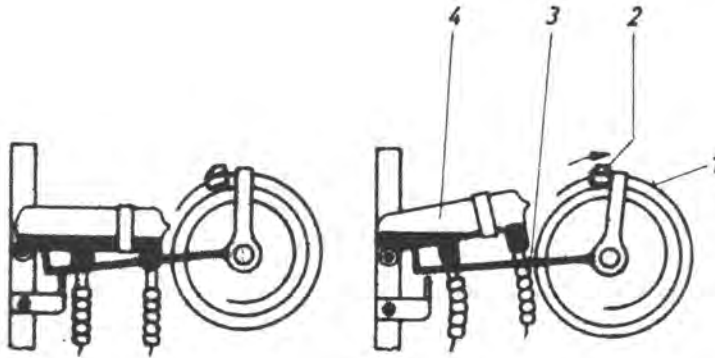


Abb. 60 Durch die Ausdehnung des Quecksilbers im Fühler wird die Bourdonfeder ausgelenkt und hebt dabei über einen Schaltnocken und einen Hebel die Quecksilberschaltzröhre zum Schaltvorgang an. — Linkes Bild: Schaltstellung „Ein“, rechtes Bild Schaltstellung „Aus“
1 Bourdonfeder 2 Schaltnocken 3 Hebel 4 Quecksilberschaltzröhre

Bei T_D handelt es sich um ein direkt anzeigendes Kontaktthermometer, bei dem zum Schalten ebenfalls ein Mikroschalter zur Verwendung kommt.

T_E ist ein rein elektronisch arbeitender Thermostat. Hier wird die Widerstandsänderung eines Thermistorfühlers dazu benutzt, durch Umkehr der Polarisierung bei nachfolgender Verstärkung einen Schaltvorgang auszuführen.

Die Bedingungen wurden für den Versuch konstant gehalten, sie waren im einzelnen:

Schriftmetall	Legierung 7/12
Kesseltemperatur	300 °C
Gießmundoberflächentemperatur	270 °C
Höhe des Bleispiegels	65 mm

C. 2. 2 Versuchsergebnis und Diskussion

In den Kurven der Meßschriebe Abbildung 61, 62, 63, 64 und 65 auf den Seiten 95, 96, 97, 98 und 99 sind die Charakteristika des Regelverhaltens der Thermostate T_A , T_B , T_C , T_D und T_E festgehalten.

Die mittleren Werte für Abweichung vom Sollwert, Temperaturspiel und Spieldauer für die einzelnen Thermostate sind in der Tabelle 5 zusammengestellt:

Tab. 5 Zusammenstellung der Charakteristika des Regelverhaltens der untersuchten Thermostate

Thermostat Ausführung	Abweichung vom Sollwert °C	Temperaturspiel °C	Spieldauer t
A	- 2 - 9	7	5'26"
B	- 6 -11	5	3'27"
C	+ 3 - 8	11	7'16"
D	0 -10	10	7'41"
E	+ 6 + 4	2	2'14"

Es zeigte sich, daß das Verhalten von T_C , das durchaus noch den praktischen Erfordernissen genügt, die größten Temperaturunterschiede ergibt. T_D , T_A und T_B folgen. Nachteilig für T_A erwies sich, daß beim praktischen Einsatz dieser Thermostate die Solltemperatur ständig absank. Dieses Absinken ist mit Sicherheit auf ein Vercracken der Reglerflüssigkeit (auf Ölbasis) auf Grund der für diese Flüssigkeit zu hohen Betriebstemperaturen zurückzuführen. Bei diesem Thermostat geriet außerdem beim Schaltvorgang auf Grund der schleichenden Betätigung der Mikroschalter ins Schwingen, was zu nicht unerheblichen Funk- und Fernsehstörungen führte. Das beste Regelverhalten zeigt der elektronisch arbeitende Thermostat T_E .

Veranschaulicht man sich aber, daß das Betriebsverhalten von T_C mit einem Temperaturspiel im Kessel von 11 °C bereits für den praktischen Betrieb der Linotype-Zeilensetz- und Gießmaschine ausreichend ist und zieht das Preisverhältnis von T_B zu T_E in Betracht, das sich etwa wie 1 : 20 verhält, so muß gesagt werden, daß ein Entscheid nicht nur anhand der Regelgüte der Thermostate gefällt werden kann. Für T_E spricht allerdings die Tatsache, daß dieser Thermostat mit seiner Regel- und Schalteinheit in einer zentralen Warte, d. h. in räumlicher Entfernung von der Heizung untergebracht werden kann. Diese Möglichkeit ist für T_A , T_B , T_C und T_D nicht vorhanden. Von den Thermostaten, die nach dem Druckprinzip arbeiten, ist T_B als der für den Betrieb auf der Zeilensetz- und Gießmaschine geeignetste anzusehen.

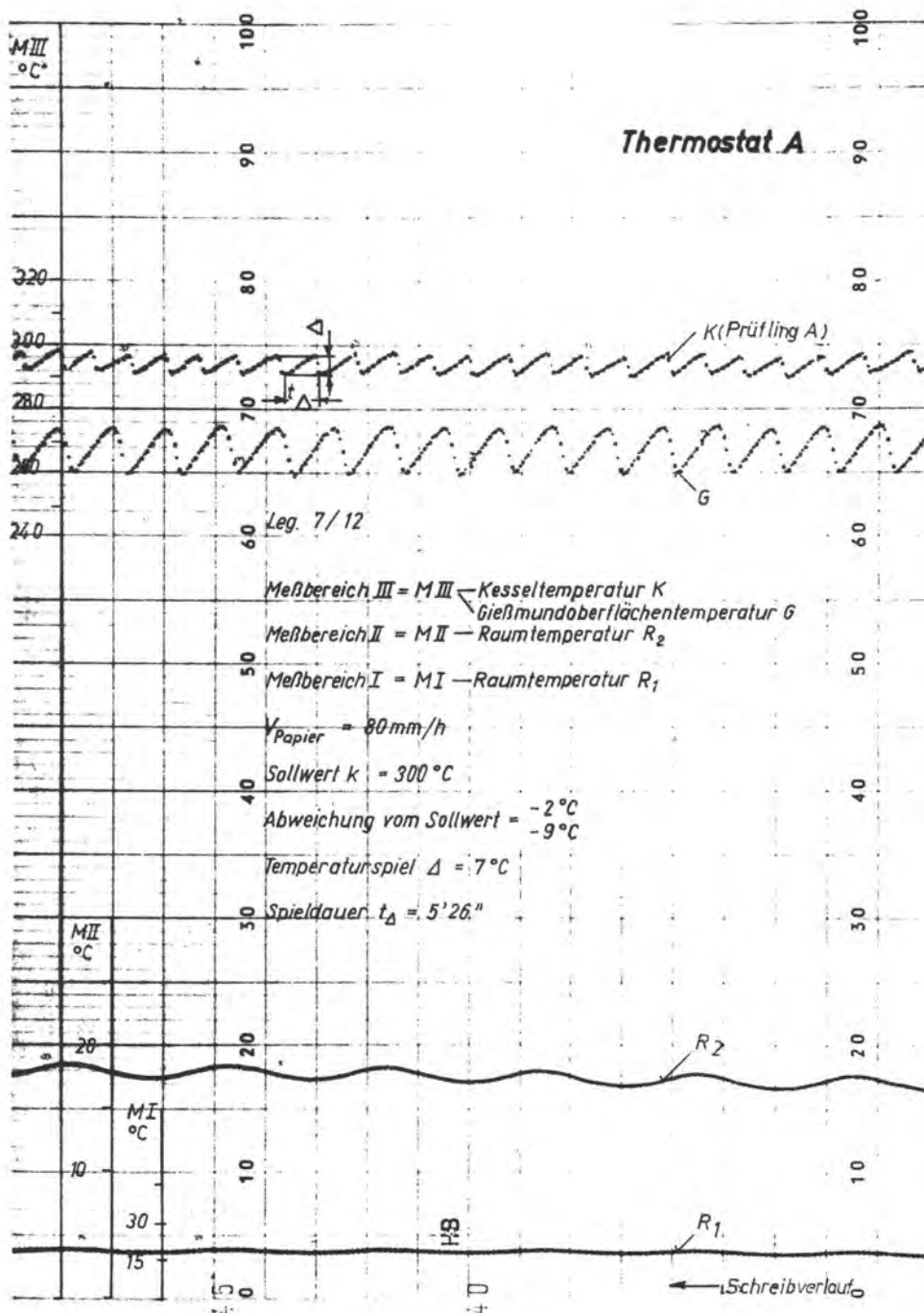


Abb. 61

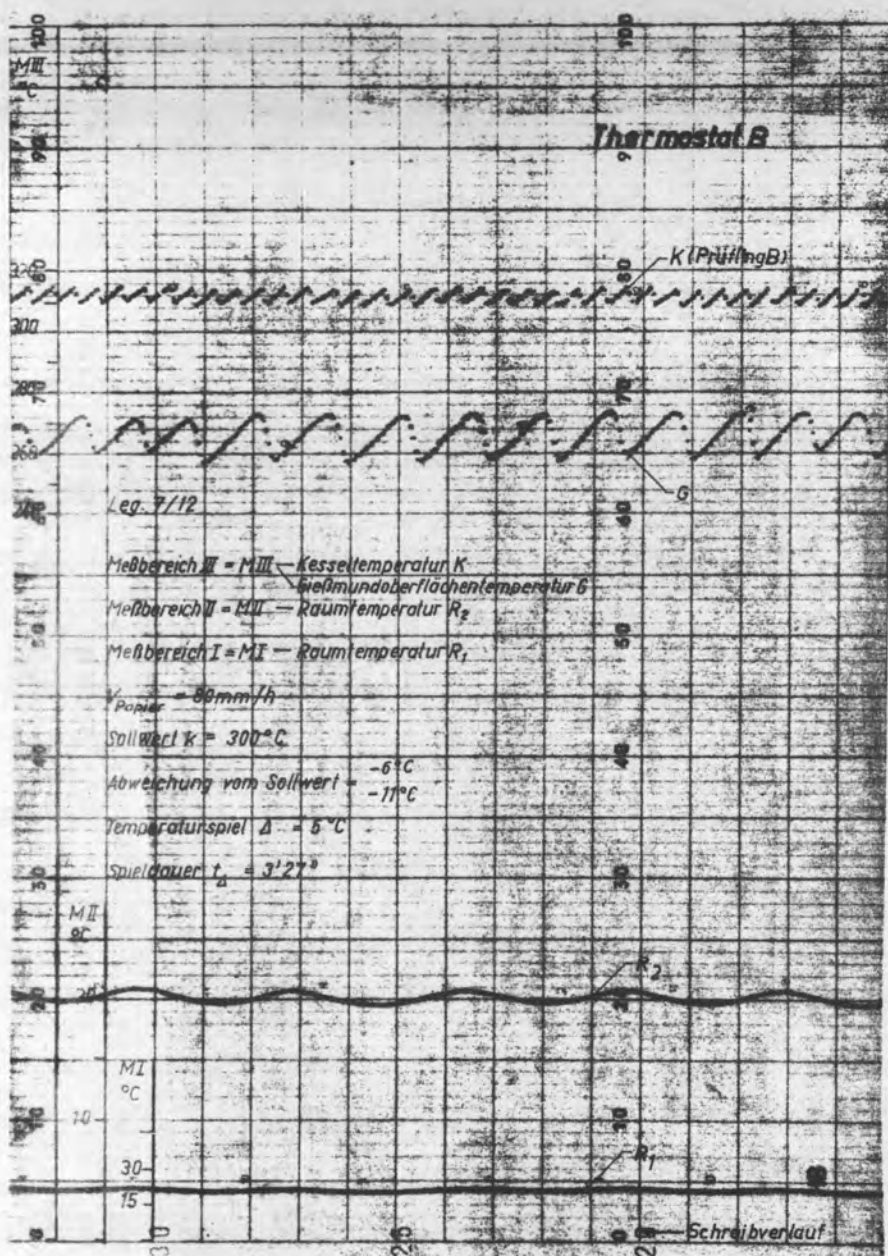


Abb. 62

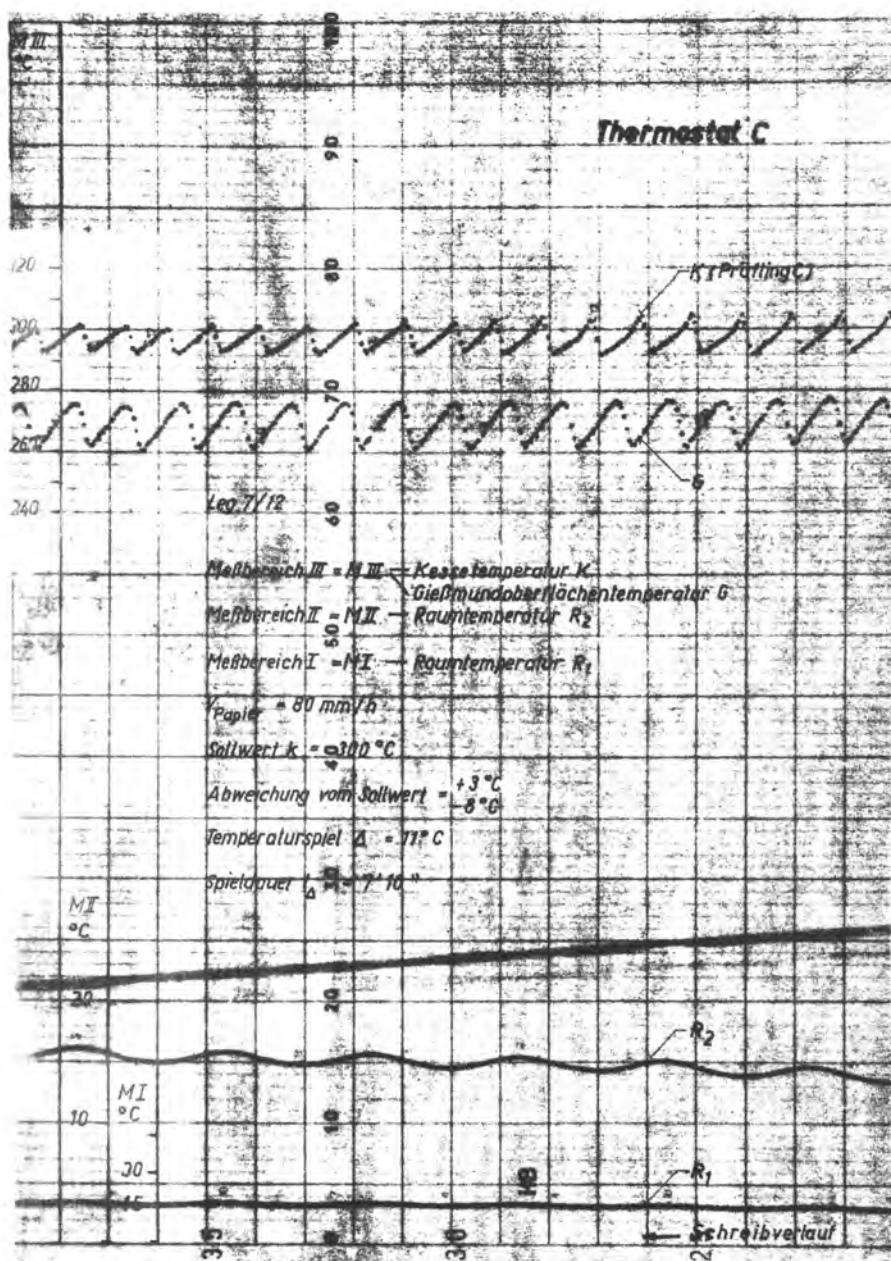


Abb. 63

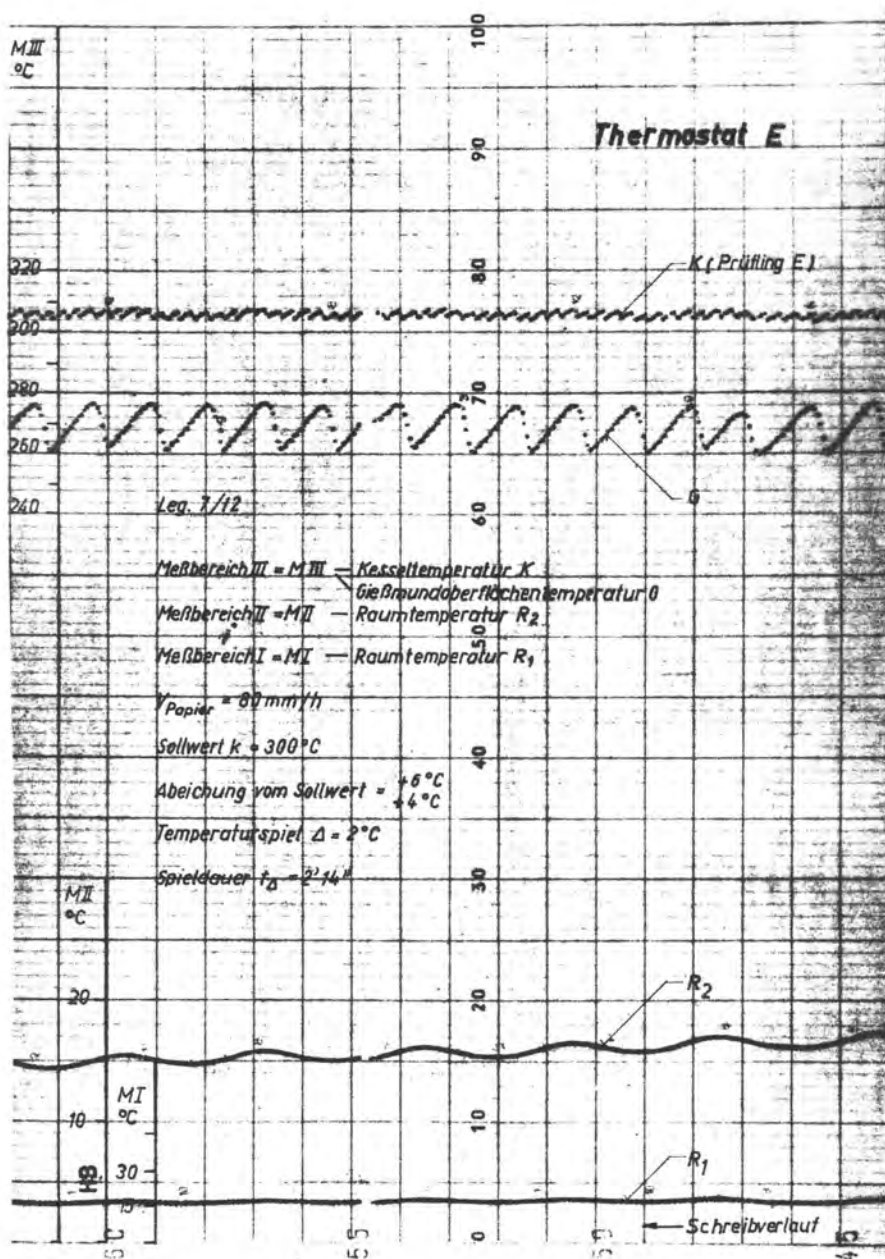


Abb. 65

C. 3 Kühlprozeß

Die beim Erstarren und Abkühlen der Zeile von dieser zur Gießform übergehende Wärmemenge muß auf irgendeine Weise abtransportiert werden. Früher mußte die Abstrahlung und die Wärmeleitung im Rad diesen Transport übernehmen, später kam eine Wasserkühlung des Drehzapfens des Gießrades hinzu. Trotzdem blieb die Möglichkeit zum genügenden Wärmetransport gering und damit mußten auch die Gießgeschwindigkeiten gering bleiben. Die Einführung der Luftkühlung für das Gießrad, wie sie von der Firma Mergenthaler Linotype Company und der Firma Intertype Corporation in Amerika entwickelt wurde, brachte eine gewisse Verbesserung. Doch auch mit dieser Kühlung ist es bei Schnellsetzmaschinen nur dann möglich, hohe Gießgeschwindigkeiten zu erreichen, wenn mit dem Gießrad umschichtig gearbeitet wird. D. h. das Gießrad weist statt vier verschieden bestückter Gießformen zwei Paar gleichbestückte Gießformen auf, die sich im Gießrad gegenüberstehen müssen. Bezeichnet man ein solches Gießform-Paar mit der Nummer 1 und 3, so läuft die Funktionsfolge nach diesem Schema ab: Gießform 1 macht mit dem Gießrad eine Vierteldrehung und wird abgegossen. Das Gießrad dreht eine Vierteldrehung weiter, die Gießform 1 bleibt mit der Zeile 1 unter dem Fußmesser stehen, während die in Gießform 3 befindliche Zeile unter Beschnitt durch die Seitenmesser ausgestoßen wird. Beim nächsten Gießvorgang läuft die Gießform 3 zum Guß, macht eine weitere Vierteldrehung und bleibt unter dem Fußmesser stehen. Mit der letzten Vierteldrehung gelangt auch die Gießform 1 mit der Zeile zum Ausstoßen. Die Gießformen 1 und 3 gelangen auf diese Art wechselweise zum Abguß. Der Vorgang ist schematisch in Abbildung 66, Seite 101, dargestellt. Neben dem für diesen Vorgang erforderlichen erheblichen technischen Aufwand und der Beschränkung auf praktisch zwei Formen, haftet der Zeile dadurch, daß der Fußmesserbeschnitt für eine Zeit unterbrochen wird, in der die Zeile weiter schwindet, noch der Nachteil eines ungenauen Beschnittes an. Eine Rechnung zur Bemessung der Luftkühlung findet sich bei Beshanow^{*)}. Von ihm wird das zur Kühlung erforderliche Luftvolumen mit 2120 m³/h angegeben. Da diese Luftmenge dem Raum, in dem sich die Zeilensetz- und Gießmaschine befindet, entnommen wird, geschieht es, daß feine Bleipartikel, die sich auf der Maschine oder dem Boden abgelagert haben, vom Kühlluftstrom mitgerissen werden. Diese aufgewirbelten Bleipartikel ergeben als weiteren Nachteil für die Luftkühlung ein beachtliches physiologisches Gefahrenmoment.

Erst mit der Einführung des wassergekühlten Thermex-Gießrades^{**)} der Firma Linotype GmbH gelang es, die Gießleistung der Maschine voll auszunutzen. — Eigene Versuche ergaben, daß sogar eine Gießleistung von 17 Zeilen/min möglich ist, ja daß die Kühlleistung bei gebräuchlichen Kegeln und Formaten für eine noch höhere Gießleistung ausreichen würde. — Beim Thermex-Gießrad sitzen die Gießformen jeweils zwischen zwei Kühlleisten aus Messing, bei denen durch eine Längsbohrung das Kühlwasser fließt. Durch die Kranzschrauben im Gießrad werden sie gegen Gießformdeckel und -unterteil gepreßt. Die Kühlleisten sind durch

^{*)} Lit. 55,

^{**)} Lit. 56

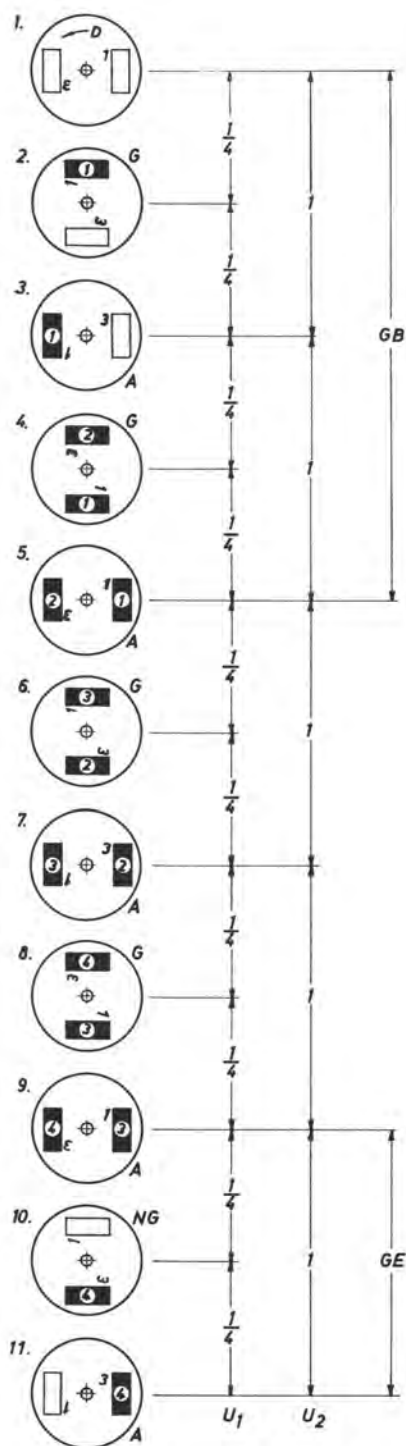


Abb. 66

- D = Drehrichtung
- A = Ausstoßen in Grundstellung
- G = Gießstellung (Gießen)
- GB = Beginn des Gießens
- GE = Ende des Gießens
- NG = Gießstellung (ohne Gießen)
- U 1 = Umdrehung des Gießrades
- U 2 = Umdrehung der Hauptwelle
- 1** = Gegossene Zeile mit laufender Nummer
- 1. 2 = Bezeichnung der Gießform

Wechselweises Gießen (alternate casting) b. Schnellsetzmaschinen mit luftgekühltem Gießrad

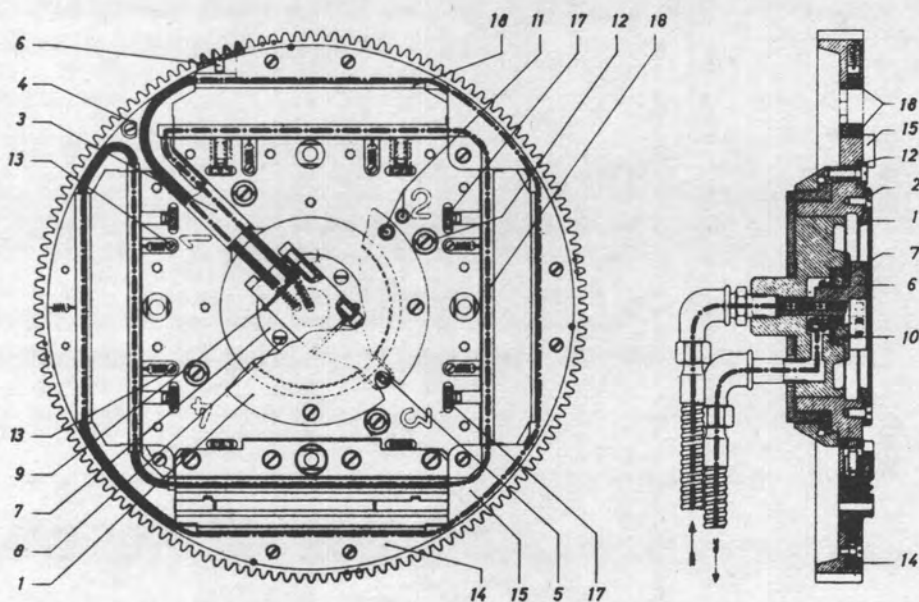


Abb. 67

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1 Abschlußdeckel | 10 Dichtungsmanschette |
| 2 Halteschrauben für 1 | 11 Schmiernippel |
| 3 Deckblech | 12 Distanzbuchse |
| 4 Distanzstück | 13 Federaufhängeschraube |
| 5 Mitnehmerstück | 14 Füllstück |
| 6 Verteilerstück | 15 Füllstück |
| 7 Flansch | 16 Druckschraube |
| 8 Senkschrauben für 7 | 17 Mikrometerschraube |
| 9 Gewindeloch | 18 Kühlleiste |

(Zufluß und Abfluß sind in der Seitenansicht um 90 ° geklappt gezeichnet)

Wassergekühltes Thermex - Gießrad

flexible Tombak-Wellrohre miteinander verbunden. Der feststehende Gießradzapfen und ein mit dem Gießrad drehendes Verteilerstück führen den Kühlleisten das Kühlwasser zu.

In der Abbildung 67, Seite 102, ist der Weg des Kühlwassers strichpunktuiert angegeben.

Neben diesem Gießrad zur Aufnahme von 4 Gießformen für ein Format von 28 Cicero gibt es Gießräder zur Aufnahme von Formen für Formate von 34 und 42 Cicero. Ein weiteres wassergekühltes Gießrad ist aus der russischen Literatur*) bekannt, bei ihm wird das Gießformunterteil direkt vom Kühlwasser durchflossen, während das Gießformoberteil ungekühlt bleibt.

Im allgemeinen genügt für die manuell bediente Zeilensetz- und Gießmaschine eine Kühlwassermenge von 30 bis 60 l/h. Beim Schnellsetzbetrieb ist je nach Gießgeschwindigkeit, Gießtemperatur, Format und Kegel sowie Kühlwassertemperatur eine Kühlwassermenge von 60 bis 120 l/h erforderlich. Sonderarbeiten wie

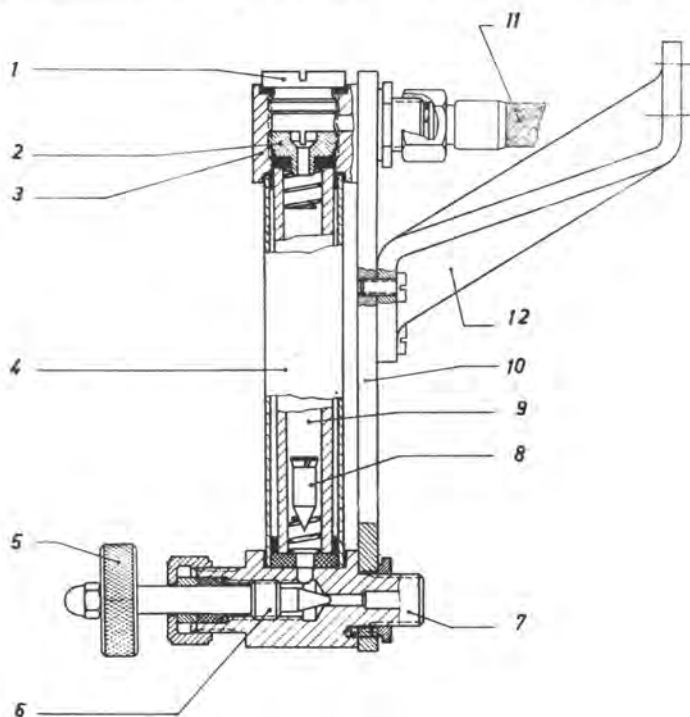


Abb. 68 Kühlwasser-Dosiergerät

- 1 Verschlussschraube
- 2 Druckschraube
- 3 oberer Aufnahmeblock
- 4 Plexiglasschutzrohr
- 5 Handrad
- 6 Einstellspindel

- 7 unterer Aufnahmeblock
- 8 Schwimmer
- 9 Skalenglas
- 10 Grundplatte
- 11 Abflußschlauch zum Thermex-Gießrad
- 12 Halter

*) Lit. 39

der Guß von Hohlstegen oder Großkegelzeilen benötigten Kühlwassermengen bis zum vollen Leistungsvermögen des Kühlsystems. Die Dosierung der Kühlwassermenge geschieht mit Hilfe eines nach dem Schwebekörperprinzip (Rotameter) arbeitenden Durchflußmeßgerätes.

Aus Gründen der Bedienungsvereinfachung erwies es sich als günstig, dem Kühlwasser-Dosiergerät ein Magnetventil vorzuschalten, das im stromlosen Zustand den Kühlwasserdurchfluß sperrt. Die Spule des Magnetventils erhält ihre Spannung vom Gleichrichter der Zentrale, die bei Arbeitsbeginn eingeschaltet wird. Auf diese Weise wird eine zwangsläufige Kopplung zwischen Maschinenlauf und Kühlwasserdurchfluß erreicht. Beim manuellen Arbeiten mit sehr unterschiedlichem Setztempo erwies es sich in der Praxis ferner als vorteilhaft, das Magnetventil mit einer zusätzlich einschaltbaren Steuerung zu versehen, mit der bewirkt werden kann, daß das Kühlwasser nur läuft, wenn die Hauptwelle der Setzmaschine dreht, daß es also beim Stillstand der Maschine gesperrt wird. — Die Schaltung geht aus Abbildung 69 hervor. —

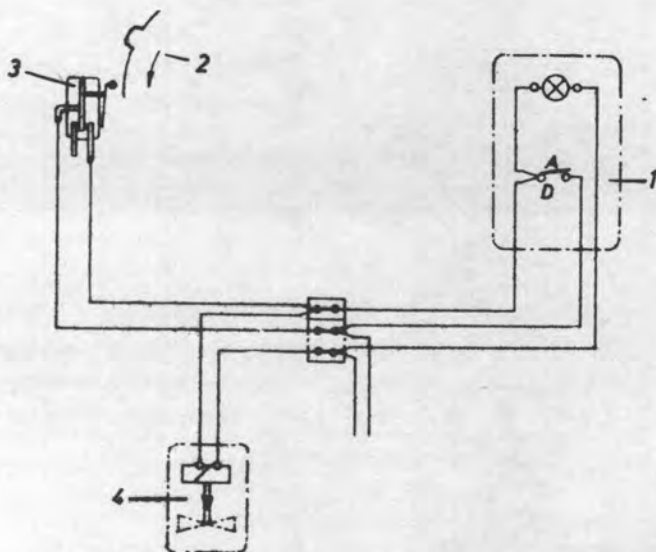


Abb. 69

Schaltschema des gesteuerten Magnetventils zum Kühlwasser-Dosiergerät
 A = Automatikbetrieb
 D = Dauerbetrieb
 1 Bediengerät
 2 Kurvenscheibe für den I. Elevator mit Nocken
 3 Unterbrecherschalter
 4 Magnetventil

Auf diese Weise können Erscheinungen wie Abreißen der Butzen, starkes unterschiedliches Schwinden nach dem Guß mit Folgen wie Abweichungen im Kegelmaß und in der Schrifthöhe unterdrückt werden.

C. 3. 1 Versuchsaufbau und -durchführung zur Ermittlung des Kühlwasserdurchflusses und der Kühlwasseraustrittstemperatur

Die Ermittlung des Kühlwasserdurchflusses in Abhängigkeit von dem Einlaufdruck erfolgte für die Kühlsysteme der Linotype-Setzmaschinen Modell 4b Nr. 05 524 und Modell 18 Nr. 13 481. Für den jeweiligen Einlaufdruck, der mit einem handelsübli-

chen Manometer gemessen wurde, wurde mit einer Mensur die Durchlaufmenge/Zeiteinheit festgestellt.

Der Verlauf der Kühlwasserabflußtemperatur wurde für die Gießgeschwindigkeiten 6 Zeilen/min und 12 Zeilen/min aufgenommen. Als Versuchsmaschine war die Linotype-Setzmaschine Modell 5c Quick Nr. 14 519 eingesetzt. Meßgeräte, Temperaturgeber und Versuchsbedingungen entsprachen den unter C. 1. 1. 1, C. 1. 1. 2 und C. 1. 1. 3 festgelegten. Das Thermoelement zur Messung der Abflußtemperatur war direkt im Kühlwasserstrom untergebracht. Vor Beginn der jeweiligen Versuchsreihe war die zum Guß bestimmte Gießform auf Kühlwassertemperatur gebracht worden.

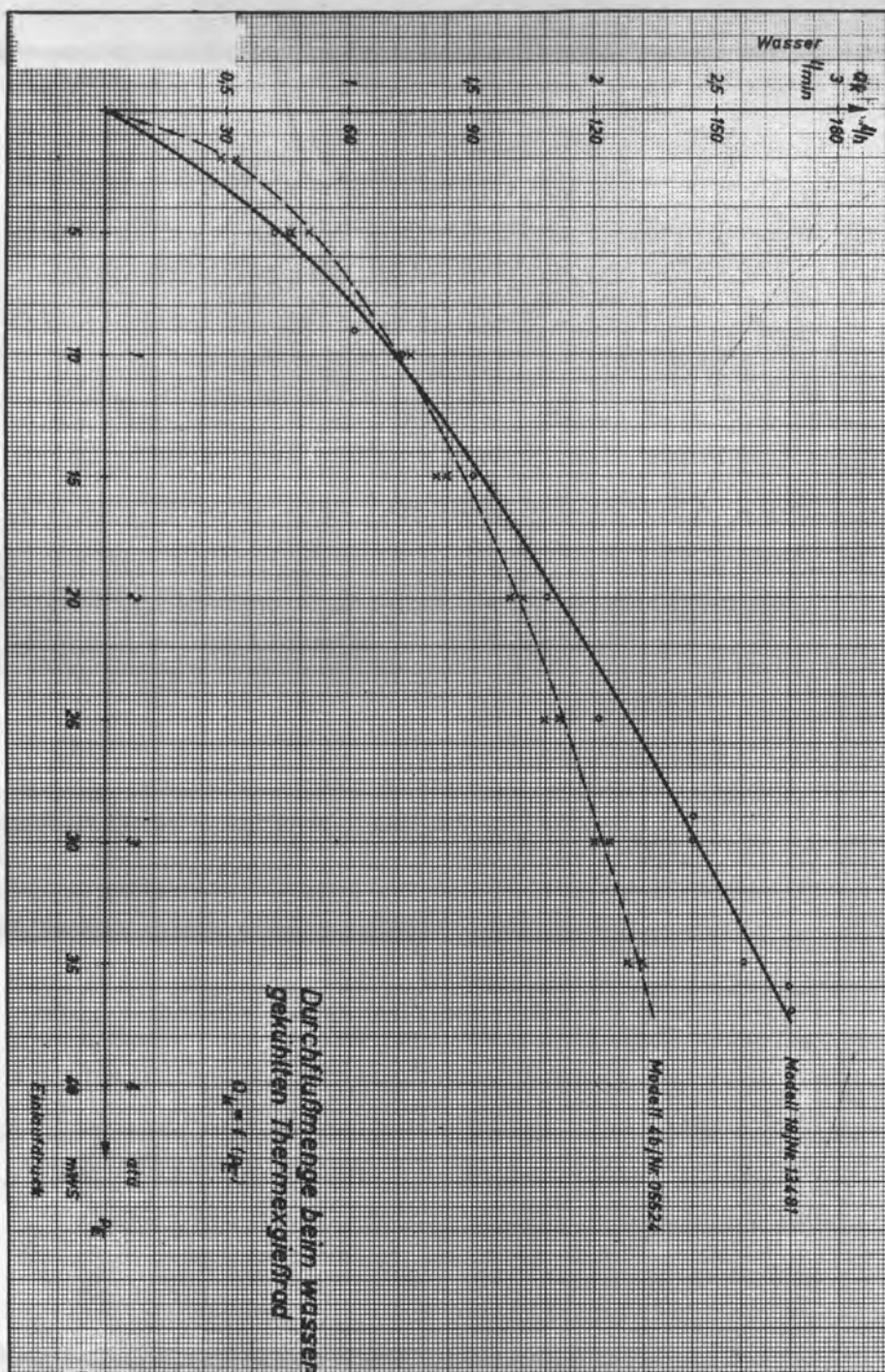
C. 3. 2 Versuchsergebnis und Diskussion

Die Versuchsergebnisse sind in den Abbildungen 70 und 71 auf den Seiten 106 und 107 niedergelegt.

Anhand der Diagramme Abbildung 70 läßt sich sagen, daß die Durchflußmenge durch das Kühlsystem stark von dem Einlaufdruck, d. h. dem Druck im örtlichen Wasserleitungsnetz abhängig ist. Der notwendige Einlaufdruck für die im Schnellsetzbetrieb zur Kühlung maximal erforderliche Durchflußmenge von 120 l/h liegt mit $\sim 2,2$ atü so, daß er in wohl allen örtlichen Wasserleitungsnetzen als vorhanden angesehen werden kann.

Für die Messung der Kühlwasserabflußtemperatur ergibt sich aus dem Meßschrieb (Abb. 71, Seite 107), daß diese von der Gießgeschwindigkeit abhängig ist, und zwar als Funktion des Schmelzgutdurchsatzes. Im vorliegenden Falle betrug die Differenz zwischen Zufluß- und Abflußtemperatur bei einer Gießgeschwindigkeit von 6 Zeilen/min 6°C und bei 12 Zeilen/min 8°C . Die Differenz bezieht sich auf den stationären Zustand des Kühlprozesses, zu dessen Erreichung allerdings eine relativ lange Zeit ($\sim 15' 30''$ bei 12 Zeilen/min und $9' 45''$ bei 6 Zeilen/min) erforderlich war, während nach Beendigung des Gießvorganges schnell ($\sim 6'$) die Differenz zwischen Zufluß- und Abflußtemperatur auf 0 zurückging.

Für weitere Versuche, bei denen neben der bisher konstant gehaltenen Kühlwassermenge auch die Kühlwassertemperatur variiert werden soll, ist eine Versuchsanlage im Bau, die es darüber hinaus zur Gewinnung weiterer Aufschlüsse ermöglicht, die Gießform wechselweise zu heizen und zu kühlen. Hierdurch müßte vor allem eine Qualitätssteigerung der Zeile, besonders der Schriftbildoberfläche möglich sein. Der Aufbau dieser Anlage geht aus dem Schema Abbildung 72 auf Seite 108 hervor. Hierin ist das wechselweise Heizen und Kühlen der Gießform dargestellt, und zwar wird dem Kühlsystem durch Umschalten der Magnetventile einmal Heizwasser aus dem thermostatisch beheizten Behälter und einmal Kühlwasser aus dem örtlichen Netz zugeführt. Als Veränderliche sollen die Dauer der Heiz- und Kühlperiode, die Heizwassertemperatur und die Durchflußmenge für Heiz- und Kühlwasser angesetzt werden. Für die Versuche, bei denen nur die Einlauftemperatur variiert wird, wird der Kühlwasserstrom durch entsprechendes Schalten der Magnetventile von dem beheizten Behälter durch das Kühlsystem in das Abwasser-Netz geleitet.



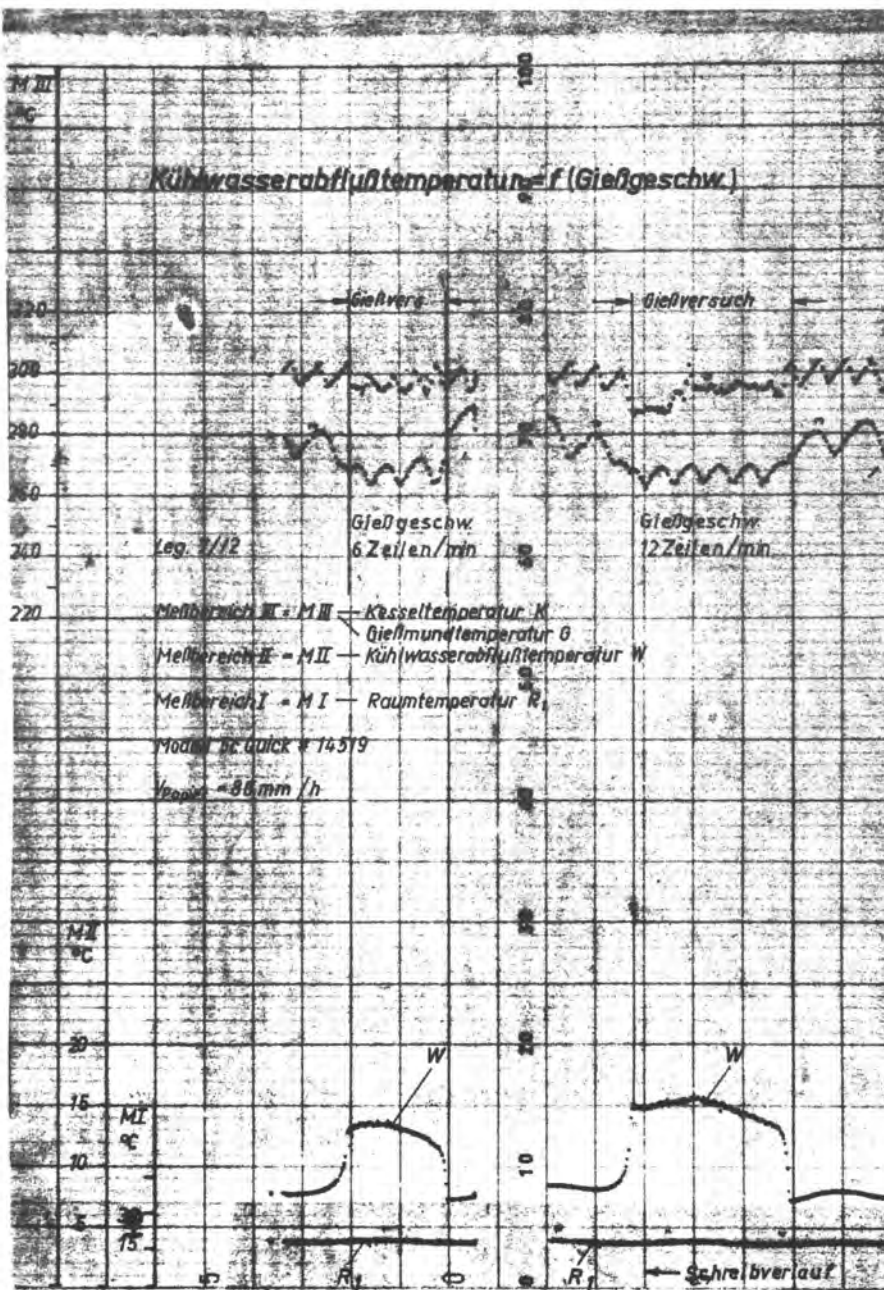
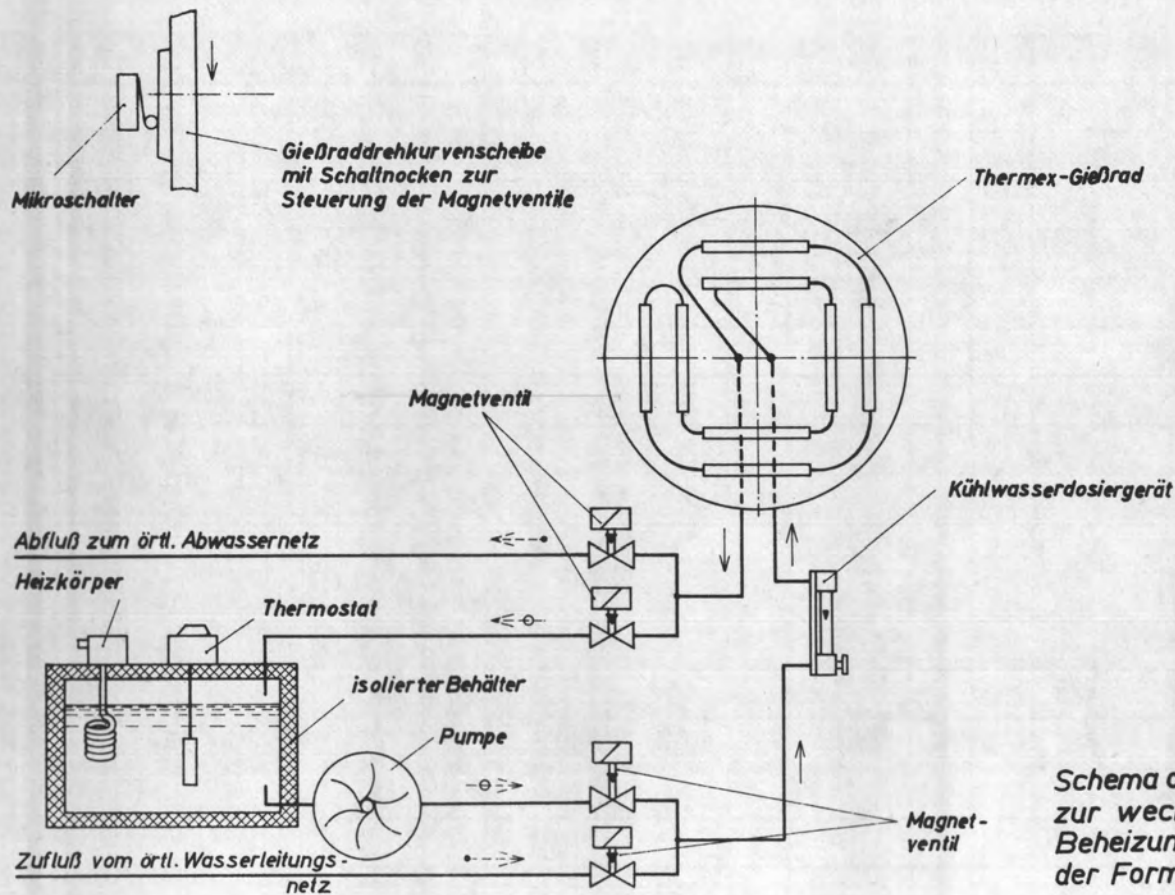


Abb. 71



Schema d. Versuchseinrichtg.
zur wechselweisen
Beheizung und Kühlung
der Formen des Gießrades

D. Mechanische Einflußgrößen bei der Herstellung der Setzmaschinenzeile

Unter dem Begriff der mechanischen Einflußgrößen wurden die hauptsächlichsten Faktoren zusammengefaßt, die für den Gießprozeß zur Herstellung der Zeile von Bedeutung sind. Zur Behandlung dieser Faktoren ließen sich, der komplexen Vorgänge wegen, rechnerische Ansätze nur bedingt anwenden. Eine meßtechnische Erfassung erschien in mehreren Fällen als einzig mögliches Verfahren; hierzu war besonders die Entwicklung spezieller Meßgeber zur Umsetzung der mechanischen Größen in elektrisch erforderlich. Wegen der Vielzahl und der weiten Bereiche der Einflußfaktoren mußte sich der Verfasser bei deren Behandlung zum Teil auf die Darstellung von Tendenzen beschränken.

D. 1 Betrachtung des hydraulischen Prozesses

Im Gießvorgang ist ein hydraulischer Prozeß enthalten; das Einspritzen des Schriftmetalls im flüssigen Aggregatzustand in eine Gießform. Er läuft folgendermaßen ab:

Das Schriftmetall befindet sich in Ruhe. Nach Freigabe der Rolle des Pumpenhebels durch die Pumpenkurvenscheibe bei der einen Betriebsart oder nach Freigabe der Schnellfallklinke durch das Abgleitstück der Pumpenkurvenscheibe bei der anderen Betriebsart wird der Pumpenkolben über ein Hebelsystem von der gespannten Pumpenfeder in Bewegung gesetzt und die Bewegung über den Pumpenkolben auf das im Hals stehende Volumen der Schriftmetallschmelze übertragen. Unter Verdrängung der im Hals, Bohrungsreihe des Gießmundes und Gießform befindlichen Luft steigt das Metall im Hals, fließt durch die Bohrungen und tritt in die Gießform ein. Nach Durchtreten der Form trifft es auf die Prägebilder der Matrizen auf, bildet beim Erkalten das Schriftbild, während die Zeile nach rückwärts durch das nachfließende und erstarrende Metall aufgebaut wird. Das restliche noch flüssige Metall wird beim Zurückgehen des Pumpenkolbens wieder abgesaugt.

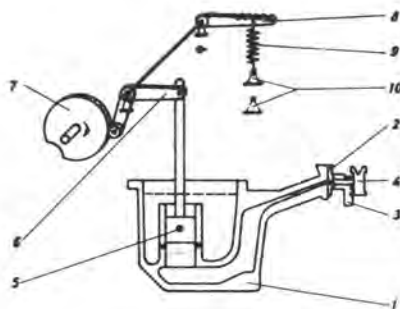


Abb. 73 Schematische Darstellung der am hydraulischen Prozeß beteiligten Maschinenelemente

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| 1 Gießtopf | 6 Pumpenhebel |
| 2 Gießmund | 7 Pumpenkurvenscheibe |
| 3 Gießform | 8 Federarm |
| 4 Matrize | 9 Zugfeder |
| 5 Pumpenkolben | 10 verschiebbare Öse für die Feder |

Dieser Prozeß und damit auch das Produkt läßt sich beeinflussen z. B. durch Veränderung der Zugkraft der Pumpenfeder oder durch Variieren des Bleispiegels (Bleispiegel = Höhe des Schriftmetalls im Gießtopf). So ist den Maschinensetzern bekannt, daß ein

hoher Bleispiegel ein Schriftbild von minderer Qualität und voll ausgegossener Zeilenkörper

und

ein niedrigerer Bleispiegel ein Schriftbild von guter Qualität und porösen Zeilenkörper

ergeben.

Da nicht bekannt ist, welcher Faktor in welcher Größenordnung zu diesen Vorgängen beiträgt, und da vom Verfasser angenommen wird, daß das eigentliche Kriterium hierzu die Eintrittsgeschwindigkeit des Metallstrahles in die Form sein muß, wurde diese vom Verfasser als Funktion der Federkraft und des Bleispiegels einer rechnerischen Betrachtung unterzogen.

D. 1. 1 Rechnungsgang

Für die rechnerische Behandlung mußten allerdings zur Vereinfachung eine Reihe von Annahmen getroffen werden:

Das System wird für den sofortigen Einsatz der Federkraft, d. h. für das Arbeiten mit Schnellfallklinke betrachtet.

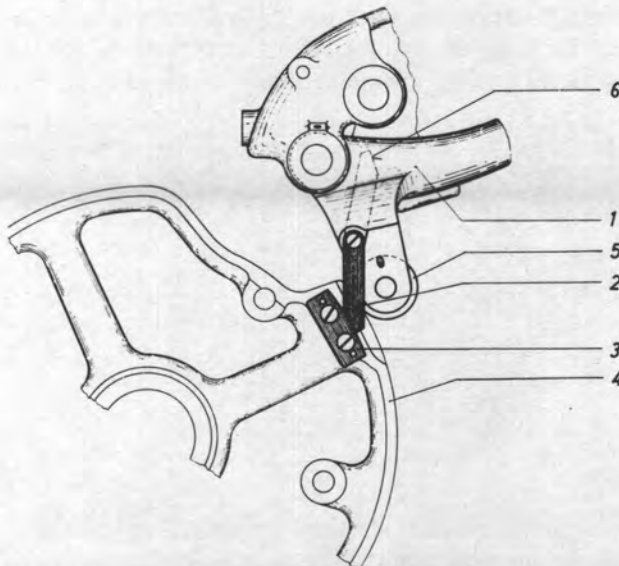


Abb. 74

Schnellfallklinke

- 1 Pumpenhebel
- 2 Abfallklinke
- 3 Abgleitstück
- 4 Kurvenscheibe
- 5 Rolle

6 Position der Abfallklinke beim Arbeiten über die Rolle

— Beim Arbeiten mit der Abfallklinke wird der Pumpenkolben sofort von der Pumpenfeder in Bewegung gesetzt, während sonst die Krümmung der Kurvenscheibe und die Rolle des Pumpenhebels die Anfangsbewegung des Pumpenkolbens bestimmt. —

Die Temperatur wird für die Dauer des Strömungsprozesses als konstant angenommen, Reibungsverluste des Hebelsystems, Leck- und Reibungsverluste am Pumpenkolben werden nicht berücksichtigt, ebenso wird der Strömungsprozeß als reibungsfrei angesehen. Vernachlässigt wird vorerst ebenfalls die durch die Feder zu leistende Hubarbeit für das Schriftmetallvolumen im Hals, ferner die Beeinträchtigung des Strömungsprozesses durch das zu verdrängende Luft- und Gasvolumen im Hals, Bohrungen und Gießform. Ebenso werden Querströmungen ausgeschlossen. Die Betrachtung erfolgt für den Zeitpunkt des Eintretens der Strömung in die Bohrungsreihe des Gießmundes.

Bestimmungsgrößen für die Rechnung:

Punkt 1 = System im Ruhestand.

Punkt 2 = System im Augenblick des Auftreffens des Strahles auf die Bohrungsreihe des Gießmundes.

P_{F1} = Federkraft der Pumpenfeder im Punkt 1 (kg)

P_{F2} = Federkraft der Pumpenfeder im Punkt 2 (kg)

l_{F1} = Federlänge der Pumpenfeder im Punkt 1 (cm)

l_{F2} = Federlänge der Pumpenfeder im Punkt 2 (cm)

E_1 = Energie im Punkt 1 (cmkg)

E_2 = Energie im Punkt 2 (cmkg)

v_1 = Geschwindigkeit der Schmelze im Punkt 1 = 0 (cm/sec)

v_2 = Geschwindigkeit der Schmelze im Punkt 2 (cm/sec)

m_{ges} = Gesamtmasse = $m_{KS} + m_{HBI} \left(\frac{\text{kg sec}^2}{\text{cm}} \right)$

m_{KS} = Masse des Kolbensystems $\left(\frac{\text{kg sec}^2}{\text{cm}} \right)$

m_{HBI} = Masse der Schriftlegierung (Blei) im Hals $\left(\frac{\text{kg sec}^2}{\text{cm}} \right)$

v_{K2} = Kolbengeschwindigkeit im Punkt 2 (cm/sec)

V_{HL} = Luftvolumen im Hals (cm³)

F_K = Kolbenfläche (cm²)

l_{K1} = Bezugsmaß für den Kolben im Punkt 1 (cm)

l_{K2} = Bezugsmaß für den Kolben im Punkt 2 (cm)

s_{K2} = Kolbenweg im Punkt 2 (cm)

s_{F2} = Federweg im Punkt 2 (cm)

r_F = Hebellänge der Feder (cm)

c_F = Federkonstante der Pumpenfeder (kg/cm)

V_{HBI} = Volumen des Schriftmetalls im Hals (cm³)

γ_{BI} = Spezifisches Gewicht der Schriftmetalllegierung im schmelzflüssigen Zustand (300 °C) (kg/cm³)

- ρ_{BI} = Dichte der Schriftmetalllegierung im schmelzflüssigen Zustand (300 °C) $\left(\frac{\text{kg sec}^2}{\text{cm}^4} \right)$
 v_{B2} = Geschwindigkeit am Beginn der Bohrung im Punkt 2 (cm/sec)
 F_B = Summe der Querschnittflächen der Bohrungen des Gießmundes (cm²)
 H_B = Bezugshöhe (mm)
 (Oberkante der vorderen Öffnung des Gießhalsschlitzes = 0)
 H_{BI} = Höhe des Schriftmetalls (Bleispiegel) (mm)
 (Bezogen auf die Oberkante des Deckels für den Gießtopfmantel)
 Δ_{HB} = Differenz zwischen Höhe des Bleispiegels und Höhe des Austrittes (cm)
 v_{2N} = Geschwindigkeitsverlust durch Niveauunterschied Δ_{HB} im Punkt 2 (cm/sec)
 Q = Durchflußmenge (cm³/sec)
 μ = Ausflußzahl
 η_{BI} = dynamische Zähigkeit der Schriftmetalllegierung im schmelzflüssigen Zustand $\left(\frac{\text{kg sec}}{\text{cm}^2} \right)$
 ν = kinematische Zähigkeit $\left(\frac{\text{cm}^2}{\text{sec}} \right)$

So ist in der Pumpenfeder im Punkt 1 die Energie gespeichert:

$$E_1 = \frac{P_{F1} \cdot l_{F1}}{2} \quad (1)$$

im Punkt 2:

$$E_2 = \frac{P_{F2} \cdot l_{F2}}{2} \quad (2)$$

Beim Einspritzvorgang, d. h. im Augenblick des Auftreffens der Strömungsfront auf die Bohrungen des Gießmundes ist bei der angegebenen Betrachtungsweise die Differenz in der Federenergie gleich der Energie, die der im Hals stehenden Menge des Schriftmetalls und dem Hebelsystem erteilt wurde:

$$E_1 - E_2 = \frac{1}{2} \cdot (m_{\text{ges}} \cdot v_2^2 - m_{\text{ges}} \cdot v_1^2)$$

und da $v_1 = 0$

$$E_1 - E_2 = \frac{m_{\text{ges}} \cdot v_2^2}{2} \quad (3)$$

Nach den Gleichungen (1) und (2) ist

$$E_1 - E_2 = \frac{P_{F1} \cdot l_{F1} - P_{F2} \cdot l_{F2}}{2} \quad (4)$$

Die Geschwindigkeit v_2 ist je nach Querschnitt des Halses verschieden, sie steht jedoch in bestimmtem Verhältnis zur Kolbengeschwindigkeit, so daß auf die Kolbengeschwindigkeit Bezug genommen wird. Es läßt sich aufstellen

$$\frac{P_{F1} \cdot l_{F1} - P_{F2} \cdot l_{F2}}{2} = \frac{m_{\text{ges}} \cdot v_{K2}^2}{2} \quad (5)$$

Entsprechend dem Federdiagramm ist:

$$\frac{P_{F1} \cdot l_{F1}}{2} - \frac{P_{F2} \cdot l_{F2}}{2} = \frac{P_{F1} + P_{F2}}{2} \cdot (l_{F1} - l_{F2}) \quad (6)$$

Das ergibt in (5) eingesetzt:

$$\frac{P_{F1} + P_{F2}}{2} \cdot (l_{F1} - l_{F2}) = \frac{m_{ges} \cdot v_{K2}^2}{2} \quad (7)$$

Bei der Betrachtung der Bewegung bis zum Zeitpunkt 2 kann man ansetzen, daß folgende Abhängigkeit besteht:

$$\text{Luftvolumen} = f(\text{Kolbenhub}) = f(l_{F2})$$

das heißt, der Federlänge l_{F2} ist ein bestimmter Kolbenhub und damit ein bestimmtes Luftvolumen im Hals zugeordnet. Für Punkt 2 ist

$$V_{HL} = V_{KH} = F_K \cdot (l_{K1} - l_{K2}) \quad (8)$$

Definiert man:

$$l_{K1} - l_{K2} = s_{K2} \quad (9)$$

so ist

$$V_{HL} = F_K \cdot s_{K2} \quad (10)$$

Ferner ist analog zu (9)

$$l_{F1} - l_{F2} = s_{F2} \quad (11)$$

unter Einbeziehung des Hebelverhältnisses für Pumpenfeder und Pumpenkolben ist dann

$$s_{F2} = s_{K2} \cdot \frac{r_F}{r_K} \quad (12)$$

Aus (10) läßt sich folgern:

$$s_{K2} = \frac{V_{HL}}{F_K} \quad (13)$$

Eingesetzt in (12) ergibt sich:

$$s_{F2} = \frac{V_{HL} \cdot r_F}{F_K \cdot r_K} \quad (14)$$

Es ist

$$P_{F1} = c_F \cdot l_{F1} \quad (15)$$

$$P_{F2} = c_F \cdot l_{F2} \quad (16)$$

Nach (11) ist

$$l_{F2} = l_{F1} - s_{F2} \quad (17)$$

Damit wird (16)

$$P_{F2} = c_F \cdot (l_{F1} - s_{F2}) \quad (18)$$

Oder (18) nach Einsetzen von (15) und (14):

$$P_{F2} = P_{F1} - c_F \cdot \frac{V_{HL} \cdot r_F}{F_K \cdot r_K} \quad (19)$$

Ferner ist:

$$m_{\text{ges}} = m_{\text{KS}} + m_{\text{HBI}} \quad (20)$$

wobei:

$$m_{\text{HB}} = V_{\text{HBI}} \cdot \frac{\gamma_{\text{BI}}}{g} = V_{\text{HBI}} \cdot \varrho_{\text{BI}} \quad (21)$$

Setzt man (14), (19) und (21) in (7) ein, so erhält man

$$\begin{aligned} \left(P_{\text{F1}} + P_{\text{F1}} - c_{\text{F}} \cdot \frac{V_{\text{HL}} \cdot r_{\text{F}}}{F_{\text{K}} \cdot r_{\text{K}}} \right) \cdot \frac{V_{\text{HL}} \cdot r_{\text{F}}}{F_{\text{K}} \cdot r_{\text{K}}} = \\ = (m_{\text{KS}} + V_{\text{HBI}} \cdot \varrho_{\text{BI}}) \cdot v_{\text{K2}}^2 \end{aligned} \quad (22)$$

oder damit als dynamisches Glied

$$v_{\text{K2}} = \sqrt{\frac{1}{m_{\text{KS}} + V_{\text{HBI}} \cdot \varrho_{\text{BI}}} \left(2 \cdot \frac{r_{\text{F}} \cdot V_{\text{HL}}}{r_{\text{K}} \cdot F_{\text{K}}} \cdot P_{\text{F1}} - \frac{r_{\text{F}}^2 \cdot V_{\text{HL}}^2}{r_{\text{K}}^2 \cdot F_{\text{K}}^2} \cdot c_{\text{F}} \right)} \quad (23)$$

Zur Gegenüberstellung soll das statische Glied betrachtet werden, d. h., man geht von der Voraussetzung aus, daß die Eintrittsgeschwindigkeit nur von dem Überdruck im System bestimmt wird. Zur Betrachtung werden ebenfalls die vorher getroffenen Vereinfachungen angewendet.

Es ist

$$v_{\text{B2}} = \sqrt{\frac{2}{\varrho_{\text{BI}}} \cdot \frac{P_{\text{K2}}}{F_{\text{K2}}}} \quad (24)$$

$$v_{\text{K2}} = v_{\text{B2}} \cdot \frac{F_{\text{B}}}{F_{\text{K}}} \quad (25)$$

$$P_{\text{K2}} = \frac{P_{\text{F2}} \cdot r_{\text{F}}}{r_{\text{K}}} = \frac{r_{\text{F}}}{r_{\text{K}}} \left(P_{\text{F1}} - c_{\text{F}} \cdot \frac{V_{\text{HL}} \cdot r_{\text{F}}}{F_{\text{K}} \cdot r_{\text{K}}} \right) \quad (26)$$

Eingesetzt in (25) ergibt sich:

$$v_{\text{K2}} = \frac{F_{\text{B}}}{F_{\text{K}}} \sqrt{\frac{2 \cdot r_{\text{F}} \cdot 1}{\varrho_{\text{BI}} \cdot r_{\text{K}} \cdot F_{\text{K}}} \left(P_{\text{F1}} - c_{\text{F}} \cdot \frac{V_{\text{HL}} \cdot r_{\text{F}}}{F_{\text{K}} \cdot r_{\text{K}}} \right)} \quad (27)$$

oder

$$v_{\text{K2}} = \frac{F_{\text{B}}}{F_{\text{K}}} \sqrt{\frac{2}{\varrho_{\text{BI}}} \cdot \left(\frac{r_{\text{F}} \cdot P_{\text{F1}}}{r_{\text{K}} \cdot F_{\text{K}}} - \frac{r_{\text{F}}^2 \cdot V_{\text{HL}} \cdot c_{\text{F}}}{r_{\text{K}}^2 \cdot F_{\text{K}}^2} \right)} \quad (28)$$

als statisches Glied.

Im weiteren Verlauf wird das dynamische Glied als v_{dyn} und das statische Glied als v_{stat} bezeichnet.

Zur Bestimmung der Größenordnung werden für die einzelnen Glieder die Werte für das Linotharm-Gießaggregat eingesetzt.

Der Federarm hat einzelne Kerben, so daß die Federarmlänge variiert werden kann.

$$\text{Es wird als Hebelverhältnis} \quad \frac{r_{\text{F min}}}{r_{\text{K}}} = 0,845$$

und

$$\frac{r_{F \max}}{r_K} = 1,09$$

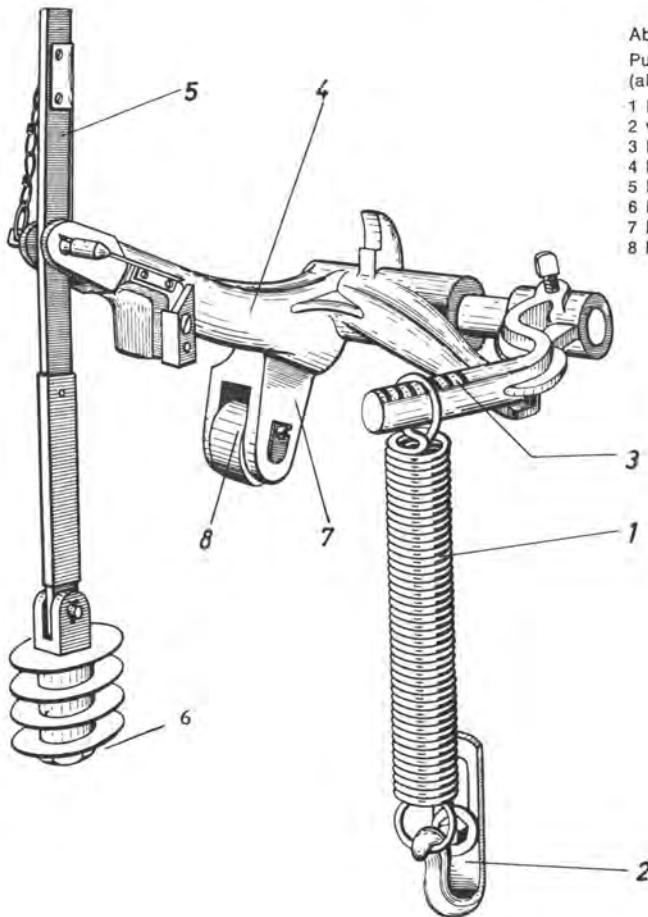


Abb. 75

Pumpenhebel und Pumpenkolben
(alter Ausführung)

- 1 Pumpenfeder
- 2 verschiebbarer Zughaken
- 3 Federarm mit Kerben
- 4 Pumpenhebel
- 5 Kolbenstange
- 6 Pumpenkolben
- 7 Rollenarm
- 8 Rolle

Für die Federkraft seien die für das Linotherm-Gießaggregat auftretenden Grenzfälle herangezogen, einmal die Wahl zwischen der stärkeren Feder A und der schwächeren Feder B, und zu man deren die Variation der Längen derselben. Diese Variation kann durch Verstellung des Zughakens wie auch durch Einhängen in eine andere Kerbe des Federarms erreicht werden. Zum maximalen Federwert gehört auch das maximale Hebelarmverhältnis und umgekehrt.

Es ergeben sich für die Feder A folgende Werte:

$$P_{F1 \max} = 78 \text{ (kg)}, P_{F1 \min} = 59 \text{ (kg)}, c_F = 2,97 \text{ (kg/cm)}$$

und für die Feder B:

$$P_{F1 \max} = 47 \text{ (kg)}, P_{F1 \min} = 38 \text{ (kg)}, c_F = 1,3 \text{ (kg/cm)}$$

Es ist ferner: $F_K = 20,3 \text{ (cm}^2\text{)}$

$F_B = 0,88 \text{ (cm}^2\text{)}$

$Q_{BI} \sim 1,01 \cdot 10^{-5} \left(\frac{\text{kgsec}^2}{\text{cm}^4} \right)$ für die Legierung 7/12 bei 300 °C

$m_{KS} \sim 3,4 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{kgsec}^2}{\text{cm}} \right)$

Die Werte eingesetzt, ergeben sich für die Grenzfälle folgende Gleichungen:

$$v_{K2 \text{ dyn max}} = \sqrt{\frac{1}{3,4 \cdot 10^{-3} + V_{HBI} \cdot 1,01 \cdot 10^{-5}} \cdot \left(8,4 \cdot V_{HL} - \frac{8,6 \cdot V_{HL}^2}{1000} \right)} \quad (29)$$

$$v_{K2 \text{ dyn min}} = \sqrt{\frac{1}{3,4 \cdot 10^{-3} + V_{HBI} \cdot 1,01 \cdot 10^{-5}} \cdot \left(3,16 \cdot V_{HL} - \frac{2,25 \cdot V_{HL}^2}{1000} \right)} \quad (30)$$

$$v_{K2 \text{ stat max}} = 0,434 \sqrt{(8300 - 17,1 \cdot V_{HL})} \quad (31)$$

$$v_{K2 \text{ stat min}} = 0,434 \sqrt{(3130 - 4,45 \cdot V_{HL})} \quad (32)$$

Anhand dieser Gleichungen wurde das Diagramm Abbildung 76 auf Seite 117 aufgestellt. Ebenso sind in diesem Diagramm die Werte des unter dem Pumpenkolben stehenden Volumen des Schriftmetalls V_{HBI} und das Luftvolumen im Hals V_{HL} eingetragen.

Es ist allerdings ferner zu berücksichtigen, daß der Feder eine bestimmte Energie entzogen wird, um den Bleispiegel und den Betrag Δ_{HBS} zu heben. $v_{2\text{dyn}}$ ist dann um den Betrag v_{2N} zu vermindern.

Es ist der Geschwindigkeitsverlust

$$v_{2N} = 2 \sqrt{\frac{V_{HL} \cdot \gamma_{BI} \cdot H_{BS}}{m_{KS} + V_{HBI}}} \quad (33)$$

Dieser Verlust auf Grund der Veränderung des Niveaus ist für die Maximalbedingung wie auch für die Minimalbedingung gleich groß. Bei der reibungsfreien Betrachtungsweise ist für das statische Glied für die Eintrittsgeschwindigkeit in die Bohrung v_{B2} der Durchmesser des Gießmundbohrungen ohne Einfluß. Der Bohrungsdurchmesser spielt allerdings für die Durchflußmenge, d. h. für die Füllzeit der Form eine Rolle.

$$\text{Es ist} \quad Q = v_B \cdot F_B \quad (34)$$

wobei für den praktischen Betrag von Q noch die Ausflußzahl einzusetzen ist:

$$Q = \mu \cdot v_B \cdot F_B \quad (35)$$

μ ist wiederum abhängig von der geometrischen Beschaffenheit der Bohrung (Kontraktionszahl) und der Reynolds'schen Zahl Re . Da μ von der Reynolds'schen Zahl Re abhängt, soll diese für den Arbeitsbereich des Gießsystems dargestellt werden.

$$\text{Es ist} \quad Re = \frac{v_B \cdot d}{\nu} \quad (36)$$

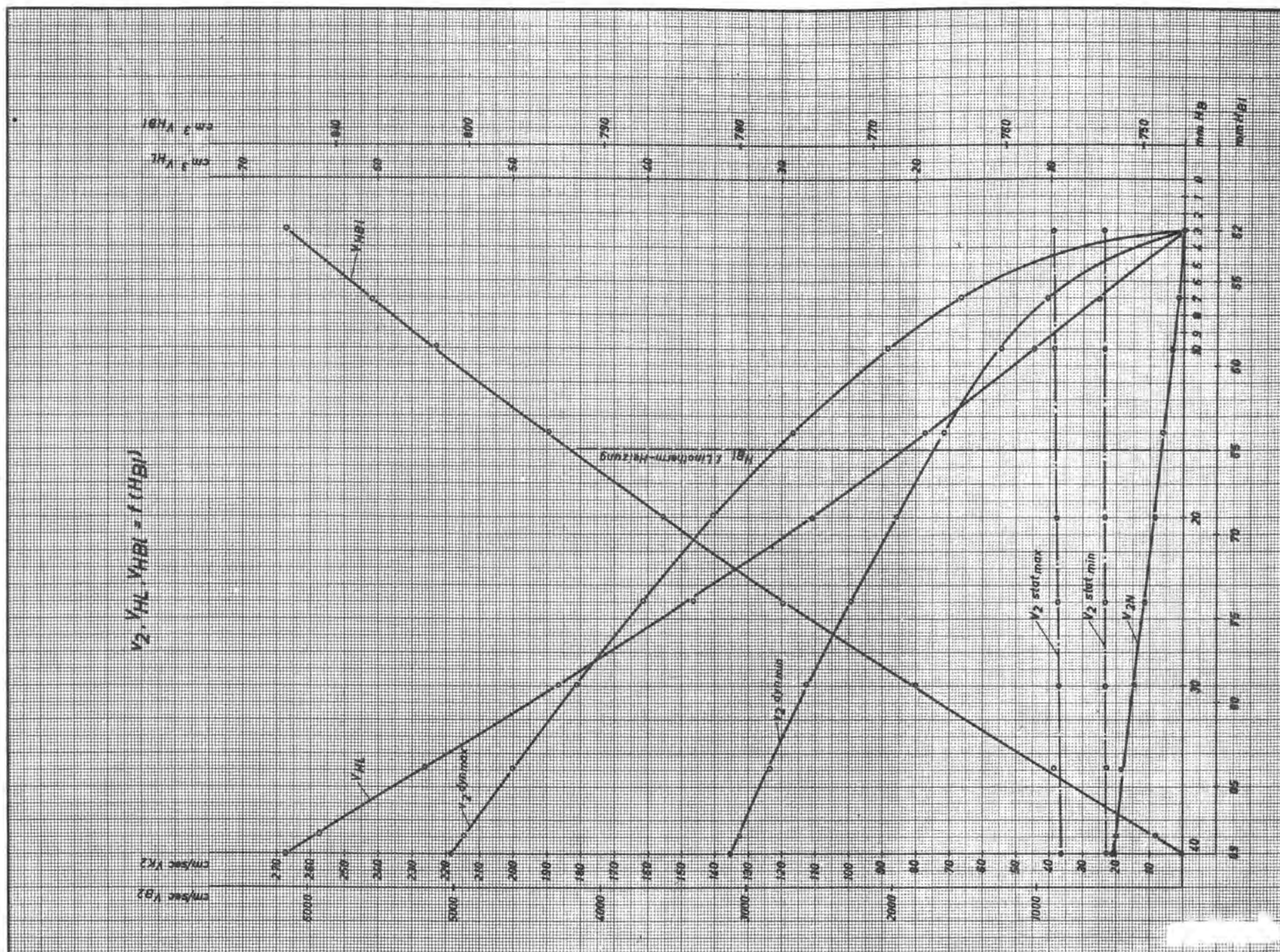


Abb. 76

Für die Schriftmetalllegierung (Pb 81 Sn 7 Sb 12) im schmelzflüssigen Zustand bei 300 °C ist die dynamische Zähigkeit*)

$$\eta_{BL} = 1,7 \text{ cP} = 1,73 \cdot 10^{-8} \left(\frac{\text{kg sec}}{\text{cm}^2} \right) \quad (37)$$

Zum Vergleich: Wasser bei 20 °C = $1,02 \cdot 10^{-8} \left(\frac{\text{kg sec}}{\text{cm}^2} \right)$

Da die kinematische Zähigkeit

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (38)$$

wird

$$\nu = \frac{1,73 \cdot 10^{-5}}{1,01 \cdot 10^8} = 1,68 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{cm}^2}{\text{sec}} \right) \quad (39)$$

für diese Schriftmetalllegierung.

Für den Bohrungsdurchmesser von 2 mm als Standardbohrung des Gießmundstückes bei dem Linotherm-Gießaggregat ergibt sich:

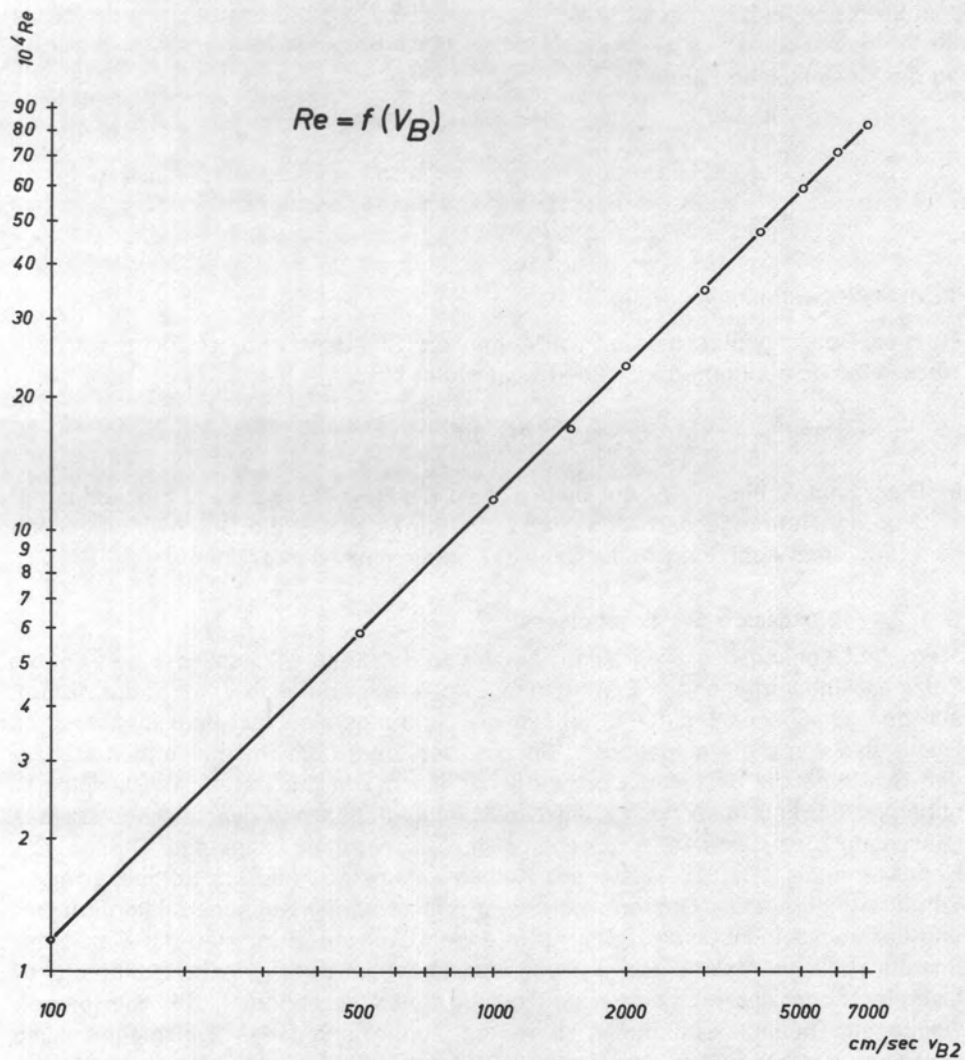
$$\text{Re} = v_B \cdot \frac{0,2 \cdot 10^3}{1,68} = v_B \cdot 1,19 \cdot 10^2 \quad (40)$$

Im Diagramm Abbildung 77 auf Seite 120 ist die Reynolds'sche Zahl in Abhängigkeit von der Bohrungsgeschwindigkeit aufgetragen, wobei die Geschwindigkeit v_{B2} dem Diagramm Abbildung 76 auf Seite 117 entnommen werden kann.

D. 1.2 Diskussion des Ergebnisses

Man sieht anhand des Diagramms Abbildung 76, Seite 117, daß bei den für die Setzmaschine vorliegenden Bedingungen die Geschwindigkeit v_2 , d. h. der Austritt aus dem Gießhals oder der Eintritt in die Bohrungsreihe von dem dynamischen Glied, also von der kinematischen Energie des unter dem Pumpenkolben stehenden Schriftmetalls bestimmt wird und weitgehend von der Höhe des Bleispiegels abhängig ist. Faßt man noch einmal die Einflußgrößen des dynamischen Gliedes (Gleichung 23) zusammen, so ergeben sich als konstruktiv festgelegte Größen: das Hebelverhältnis r_F/r_K , die Masse des Kolbensystems m_{KS} und die Kolbenfläche F_K . Veränderungen dieser Größen sind nur im Rahmen einer Neukonstruktion möglich und dort maschinenbedingt auch nur in engen Grenzen. Zwar sind die Masse des Schriftmetalls im Hals $V_{HBI} \cdot \rho_{BI}$ und das Luftvolumen V_{HL} im Hals konstruktiv festgelegt, doch lassen sie sich gegenseitig durch Veränderung des Bleispiegels weitgehend beeinflussen. Einer zu weiten Zurücknahme des Bleispiegels steht allerdings die in der Praxis beobachtete Tatsache der Zunahme der Porosität des Zeilenkörpers entgegen. Relativ einfach läßt sich die Pumpenfeder variieren, hier zeigt sich, daß zumindest theoretisch gesehen, die Charakteristik der Feder wenig von Bedeutung ist.

*) Nach Angaben der Fa. Mergenthaler Linotype Company, New York



Bei der Betrachtung unter Einschluß der Leckverluste wird man allerdings eine Feder mit relativ flacher Kennlinie anstreben müssen, um die Kraft P_{F2} selbst bei großem Federweg in genügender Höhe zu halten. Einer weitgehenden Erhöhung der Federkraft P_{F1} sind durch die Abdichtungsprobleme zwischen Gießform und Matrizen einerseits und Gießform und Gießmund andererseits Grenzen gesetzt.

Ferner zeigt sich, daß der Geschwindigkeitsverlust im Punkt 2 durch die durch den Niveauunterschied zwischen Bleispiegel und Bohrungsreihe des Gießmundes zu leistende Arbeit vernachlässigbar klein ist. Bei der Betrachtung des dynamischen Gliedes muß auch der Durchmesser der Bohrungen der Bohrungsreihe im Gießmund in Betracht gezogen werden. Hier stehen einer Vergrößerung jedoch Hindernisse im Weg, die durch den kleinsten zu gießenden Kegel (6 Punkt = 2,256 mm) gegeben sind.

Für den Bereich der Setzmaschine ergeben sich hohe Reynolds'sche Zahlen. Die Strömung in der Bohrungsgrenzschicht geht, entsprechend der Reynolds'schen Zahl, turbulent vor sich. Re ist aber weitgehend von v und damit von η abhängig, das für diese Betrachtung konstant gehalten wurde. η ist aber abhängig von der Temperatur. Das wird wiederum durch die praktische Erfahrung bestätigt, nach der der Ausguß durch Verändern der Gießtemperaturen beeinflußt werden kann.

Zu dem Einfluß der Ausflußzahl μ ist zu berichten, daß Versuche der Firma Mergenthaler Linotype Company, New York, zeigten, daß das μ der Bohrung weitgehend unabhängig von der Bohrungslänge L_B ist. Für scharfkantige glatte Bohrungen (Abb. 78a, S. 122) mit der Länge L_B bei Gießmundstücken für Zeilensetz- und Gießmaschinen gilt folgende Tabelle:

Tab. 6 Abhängigkeit der Ausflußzahl von der Bohrungslänge

Bohrungslänge L_B	mm	μ
$1/8''$	3,175	0,57
$1/4''$	6,35	0,577
$1/2''$	12,7	0,60
$3/4''$	19,05	0,61

Ein normal gebräuchliches Gießmundstück mit der Stärke S von $1/4''$ wurde mit einer Einlaufnut (Abb. 78b, S. 122) versehen, was eine Erhöhung von μ auf 0,61 brachte.

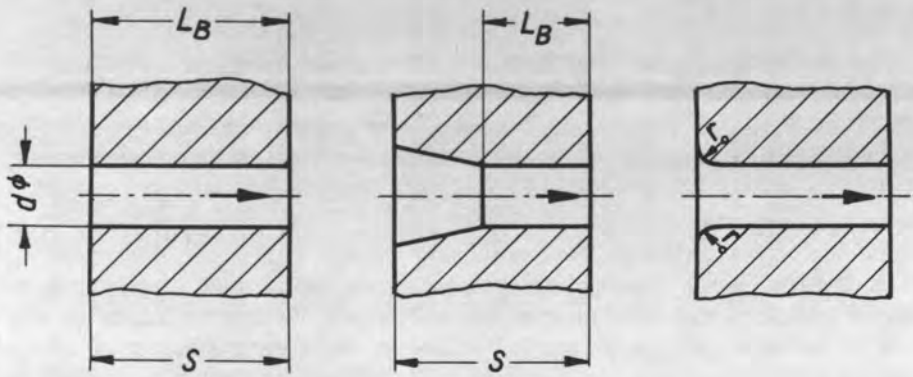


Abb. 78 Diverse Versuchsausführungen der Gießmundbohrungen
Abb. 78a Abb. 78b Abb. 78c

Ein Radiuseinlauf von $r \sim 1,6 \text{ mm}$ (Abb. 78c) erhöhte dagegen μ auf 0,86. Es zeigt sich somit, daß μ einen starken Einfluß auf Q und damit auf die Füllzeit hat. Außerdem ist durch die entsprechende Strahleinengung die Auftrefffläche des Strahles kleiner. Die Größe der Auftrefffläche ist aber maßgebend für die Güte des Schriftbildes. Eigene Beobachtungen bestätigten diese Vermutungen. Es zeigte sich, daß für Bohrungen mit angerundetem Einlauf die Qualität des Schriftbildes der gegossenen Zeile stieg.

D. 2 Messung der Kolbenkraft

Die Betrachtung des hydraulischen Prozesses unter C. 1 ging von mehreren Vereinfachungen aus, deren Einflüsse allerdings größenordnungsmäßig nicht exakt abzuschätzen sind. Ein weit geeigneteres Mittel zur Aussage über den Gießprozeß und zur Erfassung von Einflußfaktoren erschien daher dem Verfasser die meßtechnische Erfassung der Kolbenkraft P_K , d. h. die beim Gießprozeß an der Kolbenstange auftretende Kraft. Sie ist proportional dem am Pumpenkolben auftretenden Druck p

$$P_K = p \cdot F_K$$

Wegen der sich durch die konstruktive Auslegung des Gießaggregates und der Temperaturverhältnisse an der Kolbenstange (etwa 200°C) für den Meßvorgang ergebenden Schwierigkeiten war die Schaffung eines geeigneten Meßgebers vorrangigstes Ziel.

D. 2. 1 Meßverfahren

Die Bestimmung von Kräften wird in den meisten Fällen auf Verlagerungsmessungen zurückgeführt. Schnell verlaufende Vorgänge erfordern dabei eine Registrierung und damit in der Mehrzahl die Umwandlung der mechanischen Meßgröße in eine elektrische. In der modernen Meßtechnik bedient man sich dabei Ohm'scher induktiver oder kapazitiver Methoden. Für die Meßaufgabe im Rahmen der Arbeit wurden auf Ohm'scher Grundlage basierende Dehnungsmeßstreifen verwendet, die sich durch relativ einfache Handhabung auszeichnen. Die Wirkungsweise des Dehnungsmeßstreifens beruht auf der Widerstandsänderung des Meßdrahtes durch

Dehnung oder Stauchung, die dieser im aufgeklebten Zustand vom elastisch verformten Träger oder Geber fährt.

D. 2. 1. 1 Dehnungsmeßstreifen

Der Dehnungsmeßstreifen baut sich aus einem zwischen zwei isolierenden Trägern aus Papier in eine Kunstharz- oder Leimschicht mäanderförmig eingelegten Widerstandsdraht auf. Für den Draht wird meistens Konstantan verwendet. Konstantan weist eine weitgehende Linearität zwischen Dehnung und Widerstandsänderung auf. Neuerdings gewinnt ein anders hergestellter Meßstreifen größere Bedeutung, nämlich der Folienmeßstreifen. Bei ihm ist eine dünne Metallfolie mit einem Kunststoffträger fest verbunden. Zur Herstellung wird mit säurefester Farbe auf die Metallfolie das gewünschte Gitter aufgedruckt und anschließend der unbedruckte Teil der Metallfolie weggeätzt, so daß nur das Gitter stehen bleibt. Die Enden des Foliengitters werden verbreitert ausgeführt. Sie dienen zum direkten Anlöten oder Anpunkten der Anschlüsse. Bei der Handhabung des Dehnungsmeßstreifens sind zur einwandfreien Übertragung der zu messenden Verformungen auf das Drahtgitter des Meßstreifens äußerste Sorgfalt beim Aufkleben erforderlich. So soll der Träger fettfrei und leicht aufgerauht sein. Für höhere Meßgenauigkeiten ist ferner ein Feuchtigkeitsschutz für den Meßstreifen erforderlich, der häufig in Form eines flüssig aufgetragenen Wachsüberzuges angebracht wird.

Mit der Änderung der Temperatur des Trägers und der damit verbundenen Längenänderung erfährt auch der Meßdraht eine entsprechende Längenänderung und eine Änderung seines spezifischen Widerstandes. Ferner tritt bei Nichtübereinstimmung der Längenausdehnungskoeffizienten noch eine Zwängungsspannung auf.

Alle diese Einflüsse zusammen werden als scheinbare Dehnung ε_s auf dem Anzeigergerät sichtbar*). Für auf Stahl geklebte Konstantan-Meßstreifen wird ε_s etwa $-15 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Der Temperatureinfluß läßt sich durch einen gleichartigen Dehnungsmeßstreifen, der in der Nähe des aktiven Streifens als Kompensationsstreifen auf den gleichen Werkstoff auf eine Stelle zu kleben ist, die keiner mechanischen Beanspruchung unterliegt, unterdrücken.

Bei Belastungswechseln auftretende Hystereseerscheinungen kann man durch mehrmalige Belastung vor der ersten Messung praktisch ausschalten.

Die Widerstandsänderung ΔR , die der Meßdraht durch die mechanische Beanspruchung erfährt, ist bei kleinen Dehnungen

$$\frac{\Delta R}{R} = (1 + 2\mu) \cdot \varepsilon + \frac{\Delta \varrho}{\varrho}$$

wobei die Dehnung

$$\varepsilon = \frac{dl}{l} \quad \text{ist.}$$

R = Widerstand

μ = Querkontraktionszahl

ϱ = spezifischer Widerstand

l = Drahtlänge

ΔR beruht einmal auf der Änderung von ε und der damit durch μ verbundenen Querschnittsänderung, zum anderen auf der Änderung von ϱ als Funktion von ε .

*) Lit. 58

Als K-Faktor wird das Verhältnis von relativer Widerstandsänderung $\Delta R/R$ zur Dehnung ε bezeichnet. Es ist dann $\Delta R/R = K \cdot \varepsilon$

Der Faktor K ist materialgebunden, er kennzeichnet die Empfindlichkeit des Dehnungsmeßstreifens*).

D. 2. 1. 2 Prinzip der Trägerfrequenzmeßbrücke

Als Meßschaltung für das Arbeiten mit Dehnungsmeßstreifen wird fast ausschließlich die Wheatstone'sche Brücke angewendet, die im Prinzip auch der zu den Messungen eingesetzten Trägerfrequenzmeßbrücke KWS II*) der Firma Hottinger zugrunde liegt. Die Brückenspeisung erfolgt durch einen oberwellenarmen 5000 Hz Oszillator, der ebenfalls die Erregungsspannung für den phasenkritischen Demodulator erzeugt.

Das vom aktiven Dehnungsmeßstreifen eingehende Brückensignal wird verstärkt und anschließend dem Phasendemodulator zugeführt. In dem nachgeschalteten Filter wird die gleichgerichtete Spannung von den Resten der Trägerfrequenz befreit, so daß am Ende des Filters die reine Modulationsspannung zur Verfügung steht. Sie kann nun mit Hilfe eines Kathodenstrahloszillographen oder eines schreibenden Gerätes sichtbar gemacht werden. In Abbildung 79 auf Seite 125 ist das Prinzipschaltbild der Meßbrücke wiedergegeben.

Für die Brückenschaltung gilt zwischen Verstärkereingangsspannung U_0 und der Streifendehnung ε folgende Beziehung**):

$$\Delta U_0 \sim \frac{U \cdot K \cdot \varepsilon}{4}$$

U = Speisespannung
K = K-Faktor

Die Diagonalspannung ΔU_0 ist also der relativen Widerstandsänderung $\Delta R/R$ des Dehnungsmeßstreifens proportional. Die Meßempfindlichkeit ist eine Funktion der von der Belastbarkeit des Meßstreifens abhängigen Speisespannung U und des K-Faktors. Für die Trägerfrequenzmeßbrücke gilt, daß die höchste mechanische Frequenz, die noch richtig wiedergegeben wird, etwa $1/5$ der Trägerfrequenz beträgt, im vorliegenden Fall also noch eine Frequenz von 1000 Hz richtig wiedergegeben wird.

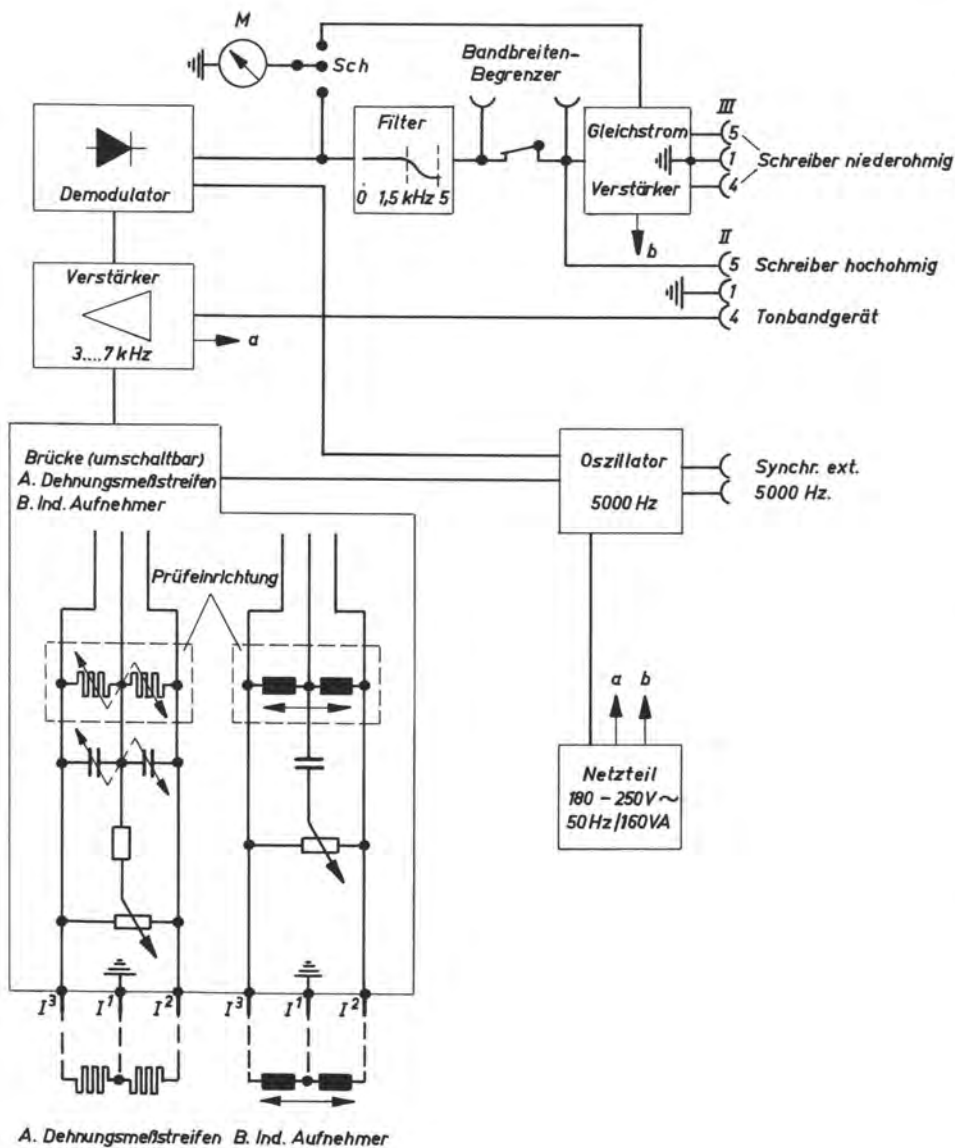
D. 2. 1. 3 Prinzip des schreibenden Gerätes

Als schreibendes Gerät wurde für die Messungen ein Hellige Schnellschreiber Helcoscriptor He1b***) verwendet. Bei ihm wird die als Signal von der Meßbrücke abgegebene Gleichspannung über einen hochohmigen Eingang und über einen zweistufigen Verstärker einem Vierpol-Drehmagnet-Meßwerk zugeführt. Der indirekt beheizte Schreibzeiger des Meßwerkes überträgt das verstärkte Signal auf ein thermosensitives Registrierpapier. Bei der Übertragung berührt der Schreibzeiger die Kante des Papiertransportmechanismus, auf diese Weise werden die Ausschläge des Schreibzeigers von Bogenkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten transformiert. Der bei der Transformation auftretende Tangensfehler ist kleiner als die Strichbreite.

*) Lit. 63

**) Lit. 58

***) Lit. 64



Prinzipschema der
Trägerfrequenzmeßbrücke

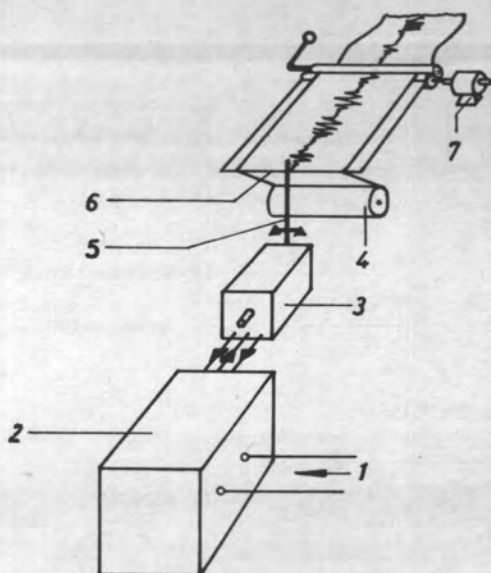


Abb. 80
Prinzipieller Aufbau
des Schnellschreibers
1 Eingang
2 Gegentaktverstärker
3 Schreibwerk
4 Papiervorrat
5 Schreibzeiger
6 Schreibkante
7 Antriebsmotor

Der Papiertransport läßt sich in Stufen auf 10, 20, 50 und 100 mm/sec einstellen. Mit dem Gerät ist eine Aufzeichnung im Frequenzbereich von 0 bis 120 Hz möglich, wobei die nichtlineare Verzerrung bei einer Schreibbreite von 30 mm unter 2% liegt. Da es sich bei den vorliegenden Meßaufgaben um relativ langsam ablaufende Vorgänge handelt, schien ein Schreiber mit diesem Frequenzbereich für den Meßeinsatz als durchaus geeignet.

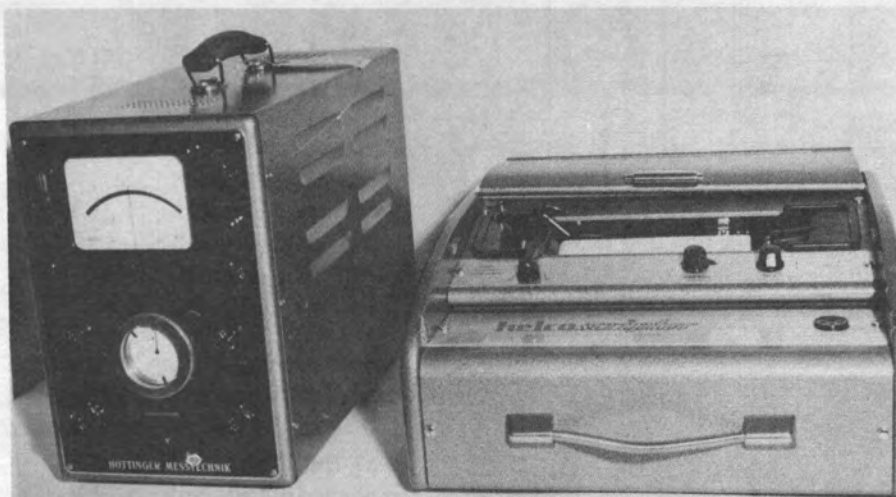


Abb. 81 Hottinger-Meßbrücke und Hellige-Schreiber

D. 2. 2 Geber zur Messung der auf den Pumpenkolben einwirkenden Kraft

Bei der Gestaltung des Gebers mußte auf die konstruktiven Gegebenheiten des Gießaggregates wie auch auf die Temperatur der Kolbenstange Rücksicht genommen werden. Beim ersten Geber*) wurde an einer Einfräsung ein aktiver Dehnungsmeßstreifen und an der Verlängerung der Kolbenstange auf einen außerhalb der belasteten Zone angebrachten Ansatz ein weiterer Dehnungsmeßstreifen zur Temperaturkompensation aufgeklebt. Als Streifen kamen Hottinger-Dehnungsmeßstreifen SR4 6/120 FB1 und als Kleber das Produkt H-3 der gleichen Firma zur Verwendung. Die Drahtanschlüsse der Meßstreifen sind über Messingschrauben, die zugleich als Lötstellen dienen, zugentlastet. Das Anschlußkabel zur Meßbrücke ist durch eine Asbestunterlage zur Kolbenstange hin temperaturmäßig abgesichert. Aus der Skizze Abbildung 82 auf Seite 129 ist der Aufbau des Gebers Nr. 1 ersichtlich.

Die Aufstellung der Prüfkurve für den Geber Nr. 1 erfolgte in einer eigens hierfür geschaffenen Vorrichtung (Abb. 84, S. 133), in die der Pumpenkolben mit seiner als Meßgeber ausgebildeten Kolbenstange eingespannt und über einen Hebelarm mit Gewichten belastet wurde.

Da einerseits bei dem Geber Nr. 1 Einflüsse auf die Meßergebnisse durch Ausbiegen der Kolbenstange zu befürchten waren und die Temperatur der Kolbenstange sich an der Grenze der für die Dehnungsmeßstreifen SR4 6/120 FB1 und Kleber H3 zulässigen Temperatur von 200 °C bewegte, andererseits auf dem Markt Dehnungsmeßstreifen und Kleber verfügbar wurden, die einen höheren Temperaturgrenzwert besitzen, wurde zur Nachprüfung ein weiterer Geber**) entwickelt. Für diesen Geber wurden Hottinger-Baldwin-Hochtemperaturfolienmeßstreifen FNH-100-12 verwendet, die bis zu einer maximalen Temperatur von 600 °C eingesetzt werden können. Als Kleber diente das Produkt AL-P1 der gleichen Firma, für den ebenfalls eine Grenztemperatur von 600 °C angegeben wird. Zwei dieser Streifen wurden auf Einfräsungen auf beiden Seiten der Kolbenstange als aktive Meßstreifen aufgeklebt. Durch Reihenschaltung in einem Brückenweig der beiden sich im gleichen Abstand von der neutralen Faser befindlichen Streifen werden Einflüsse von Biegungen, die sich für den einen Streifen zusätzlich als Stauchung und für den anderen zusätzlich als Dehnung äußern, als gleichgroße entgegengerichtete Widerstandsänderungen eliminiert. Zwei gleiche Foliendehnungsmeßstreifen – ebenfalls in einem Brückenweig in Reihe geschaltet – wurden auf entsprechende Absätze der Kolbenstange angebracht, und zwar so – da die beiden Streifen oberhalb und unterhalb der aktiven Streifen angebracht werden mußten – daß ihre Meßgitter den gleichen Abstand zu den Meßgittern der aktiven Streifen besitzen. Da die Meßgitter der Temperaturkompensationsstreifen aber in der belasteten Zone liegen, erhöht sich entsprechend der Querkontraktion für diese Streifen die Empfindlichkeit der Meßanordnung. Die Anschlüsse für die Foliendehnungsmeßstreifen wurden mit Hilfe von Nichrome Anschlußband ($\frac{1}{64}$ " x 100), das vor

*) entsprechend dem Entwicklungsgang mit Nr. 1 bezeichnet

**) als Nr. 2 bezeichnet

dem Aufkleben an den freien Enden der Meßstreifen angepunktet wurde, ausgeführt. Abbildung 83 auf Seite 131 gibt den Aufbau des Gebers Nr. 2 wieder.

Die Anfertigung dieses Gebers, besonders das Aufbringen der Hochtemperaturfolienmeßstreifen, die keinen eigenen Kunststoffträger besitzen, sondern auf eine eigens auf den Geberkörper aufgebrachte Trägerschicht geklebt werden, erwies sich als außerordentlich schwierig, sie setzte viel Erfahrung und handwerkliche Fertigkeiten voraus.

Für den Geber Nr. 2 zur Messung der Kraft an der Kolbenstange erfolgte die Aufstellung der Prüfkurve gleichfalls unter Benutzung der in Abbildung 84, Seite 133, dargestellten Vorrichtung. Die Prüfkurve ist in Abbildung 85, Seite 134, wiedergegeben. In der Tabelle in der Abbildung 85 sind die Mittelwerte für den Ausschlag des Schreibzeigers des Schreibers für die vorgegebenen Belastungen zusammengestellt. Die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate*) ergab für die Gleichung der Ausgleichsgeraden, die die Prüfkurve darstellt, $y = 2,771 x$. Der mittlere Fehler für die Einzelmessung m , der die Güte der Meßmethode wiedergibt, wurde mit $m = \pm 0,8 \text{ kg}$ errechnet.

Wie schon erwähnt, war es wegen der baulichen Größe der Dehnungsmeßstreifen und der Kolbenstange beim Geber Nr. 2 erforderlich, die Temperaturkompensationsstreifen oberhalb und unterhalb der aktiven Streifen anzubringen. Eine ausreichende Temperaturkompensation läßt sich bei dieser Methode beim Einsetzen des Meßgebers in das Schmelzgut nach längerer Temperatureinwirkung erreichen. Durch das Eintauchen der Kolbenstange beim Meßvorgang in die Schmelze werden jedoch die Temperaturverhältnisse gestört. Da der Meßvorgang rascher abläuft als die Veränderung sich auf die Kompensation auswirkt, ist sie für diesen ohne Einfluß, verbietet aber wegen der zur Wiederherstellung gleicher Temperaturverhältnisse infolge der räumlichen Anordnung der Dehnungsmeßstreifen erforderlichen Zeit sich rasch wiederholende Meßvorgänge, ohne daß dabei die Trägerfrequenzmeßbrücke nachgeregelt wird. Ein weiterer Geber zur Messung der Kolbenkraft ist daher in Entwicklung, bei dem die zur Anwendung kommenden aktiven Dehnungsmeßstreifen als Hochtemperaturfolienmeßstreifen in sich temperaturkompensiert sind, so daß auf die Temperaturkompensationsstreifen, denen im vorliegenden Fall Schwierigkeiten in der Anordnung entgegenstehen, verzichtet werden kann.

D. 2. 3 Versuchsaufbau und -durchführung

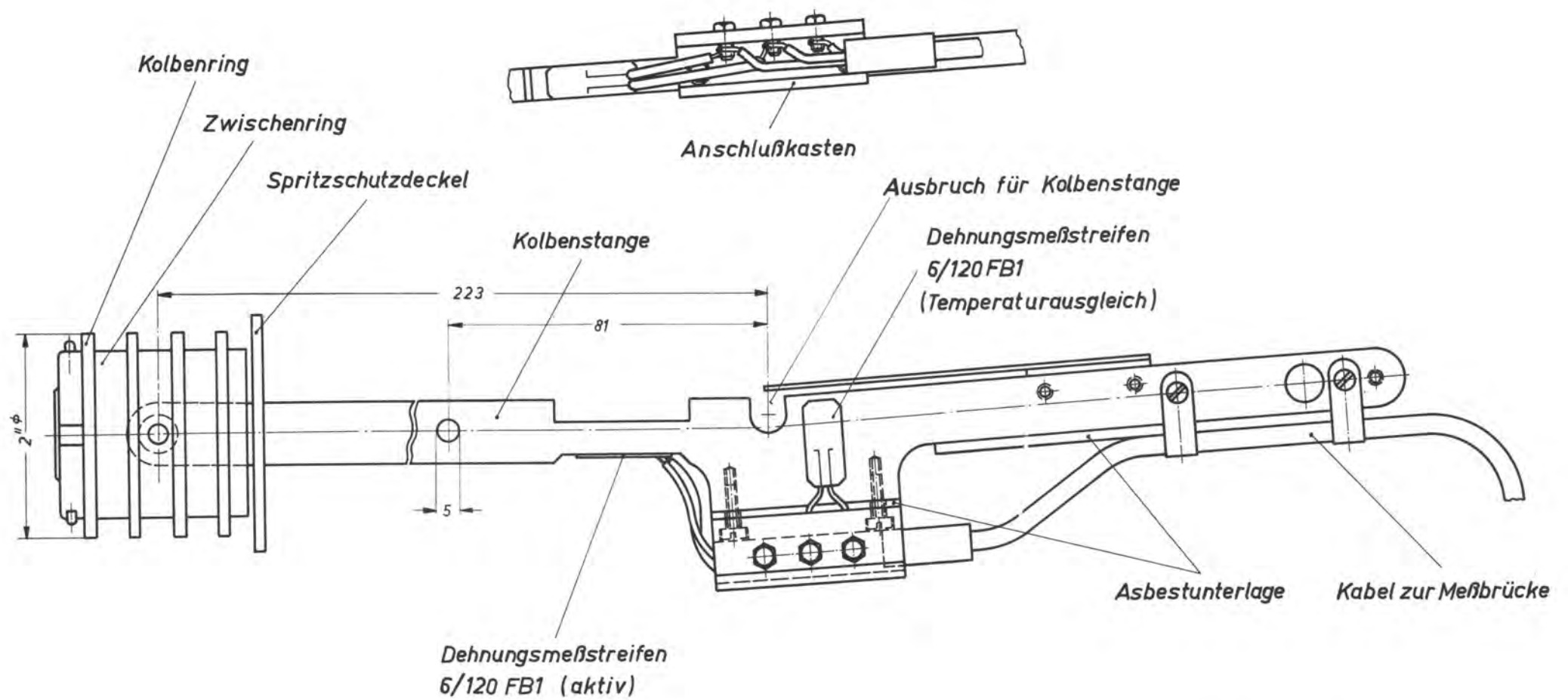
Zur Messung wurden die unter D. 2. 1. 2, D. 2. 1. 3 und D. 2. 2 beschriebenen Meßgeräte und Meßgeber eingesetzt.

Die Versuche mit dem Geber Nr. 1 wurden auf der Linotype-Setzmaschine Modell 6c Quick Nr. 15189 und die Versuche mit dem Geber Nr. 2 auf der Linotype-Setzmaschine Modell 10a Quick Nr. 15243 durchgeführt. Für beide Maschinen wurden die Bedingungen konstant gehalten, es waren im einzelnen:

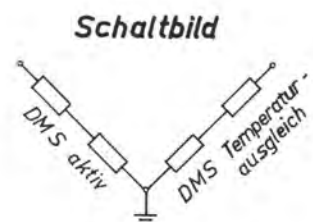
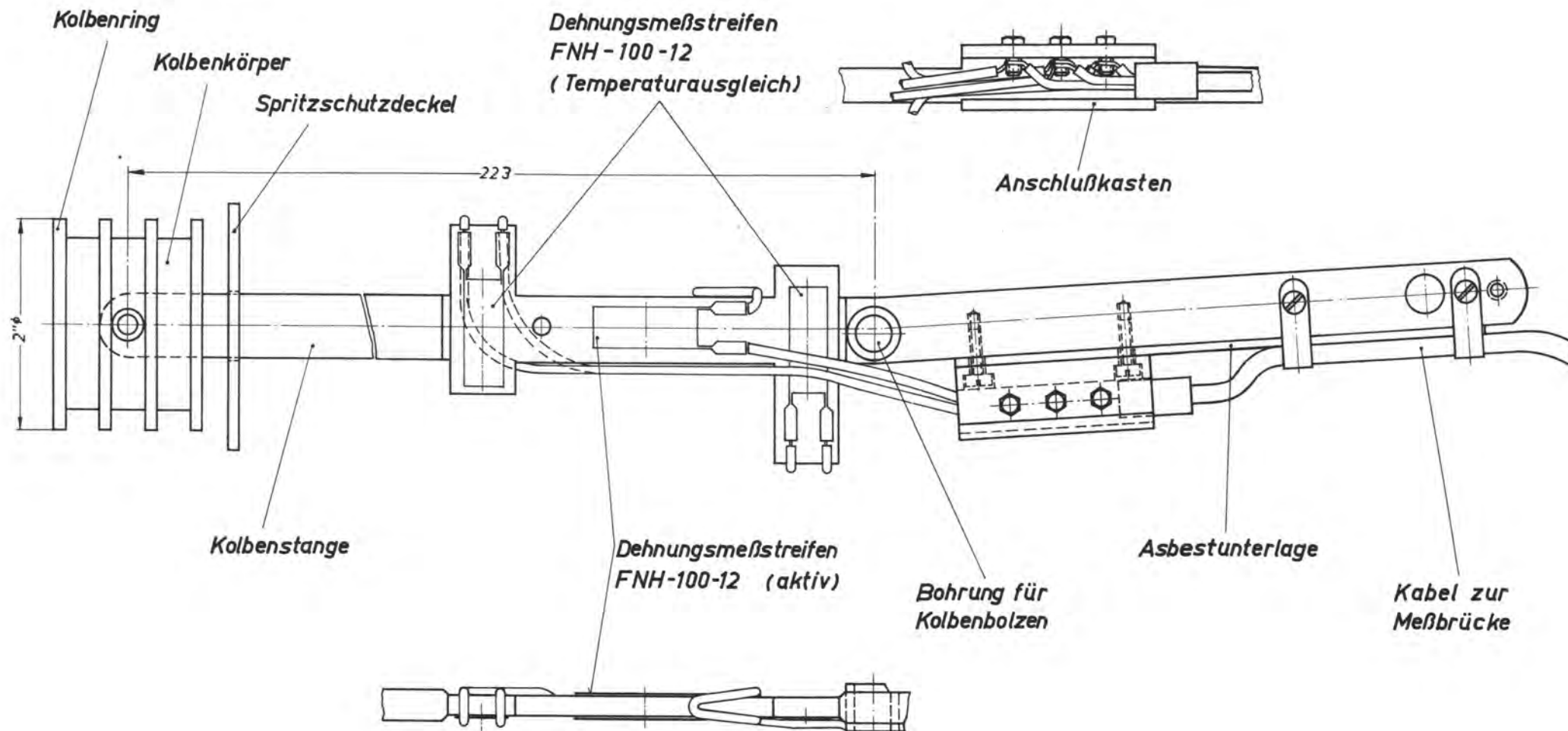
Format der Zeile
Kegel der Zeile

28 Cicero
10 Punkt/Sparzeile

*) Lit. 65



DMS – Geber Nr. 1
für Kraft in der Kolbenstange



**DMS-Geber Nr. 2
für Kraft in der Kolbenstange**

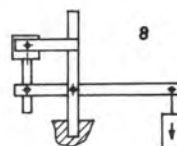
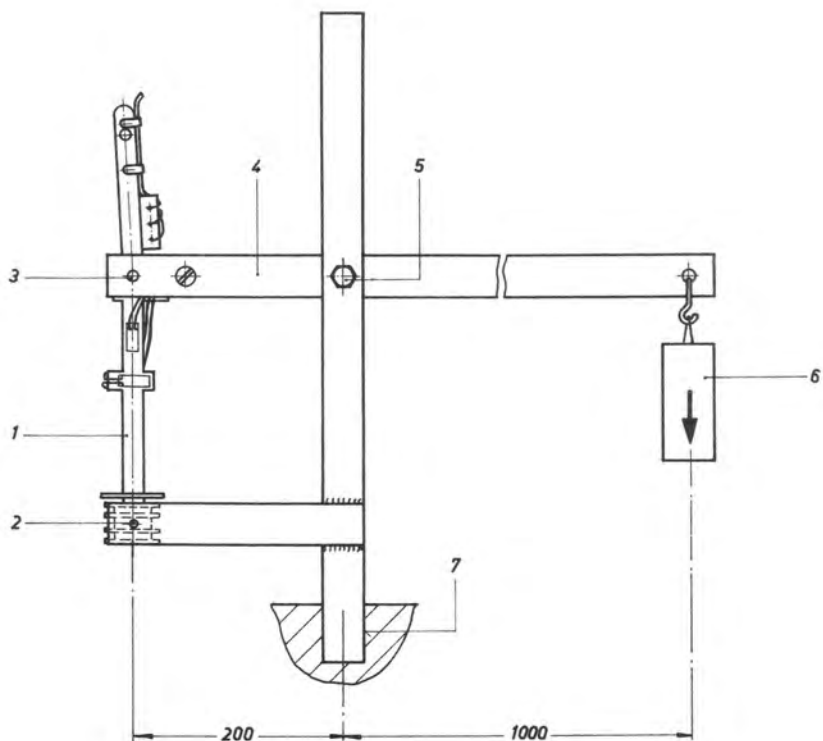


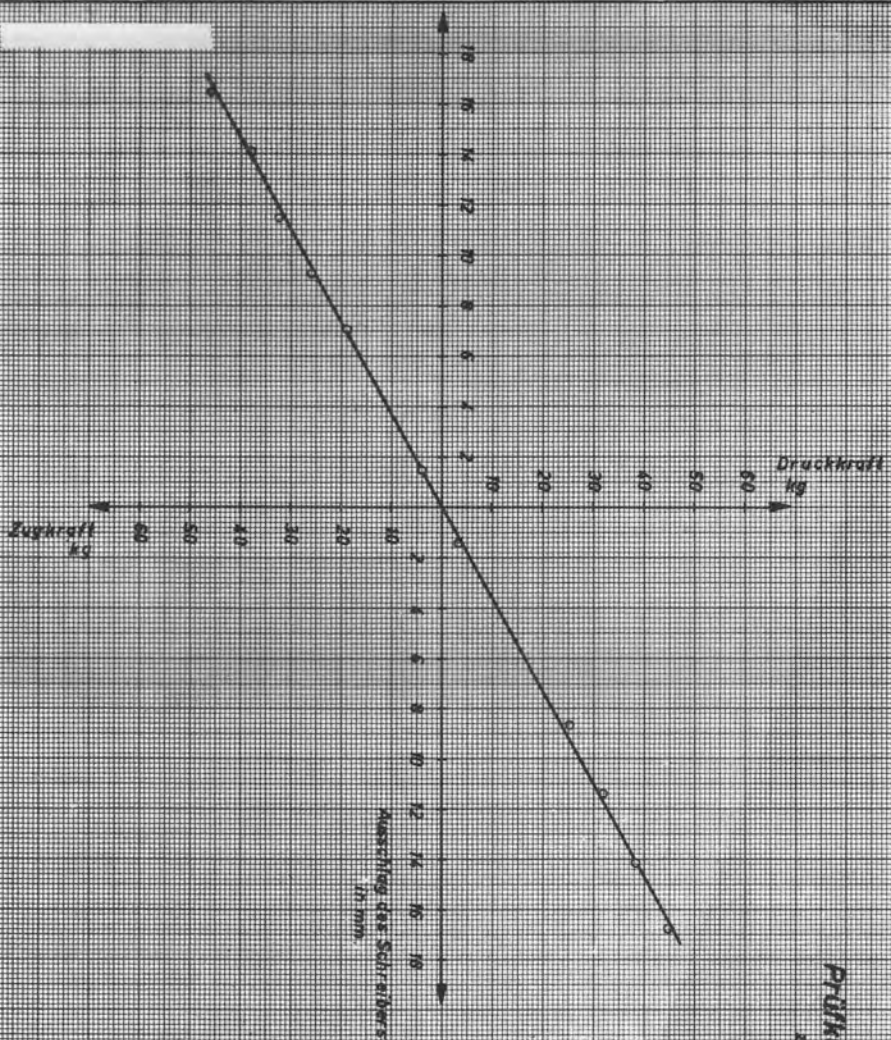
Abb. 84

- 1 Pumpenkolben (Meßgeber)
- 2 untere Einspannung
- 3 obere Einspannung
- 4 Hebel
- 5 Scharnierbolzen
- 6 Prüfgewicht
- 7 Einspannung
(Prüfung der Zugbelastung)
- 8 Anordnung zur Prüfung
der Druckbelastung

**Vorrichtung zur Aufstellung
der Prüfkurve für die
DMS - Geber**

Prüfkurve des DMS-Gebers Nr. 2 zur Messung der Kolbenkraft

Verstärkung der Meßvorrichtung
gemäß 1001 - Teil 5



Druckkraft		Zugkraft	
Belastung kg	Auslenkung mm		
3,6	1,4		
25,7	9,7		
32,2	11,4		
38,7	14,2		
45,2	16,8		
3,6	1,5		
19,2	7,1		
25,7	9,3		
32,2	11,5		
38,7	14,1		
45,2	16,5		

Gleichung der Ausgleichsgeraden
 $y = 2,277x$
mittlere Fehler $m = \pm 0,9 \text{ kg}$

Schriftmetall	Legierung 7/12
Kesseltemperatur	300 °C
Gießmundoberflächentemperatur	270 °C
Höhe des Bleisiegels H_{Bl}	70 mm
Kühlwassermenge	100 l/h

Beim Guß wurden die beiden möglichen Betriebsarten angewendet, d. h. es wurde mit und ohne Schnellfallklinke gearbeitet. Im Laufe der Versuche mit dem Geber Nr. 1 wurden die Gießgeschwindigkeiten von 8 auf 15 Zeilen/min und im Laufe der Versuche mit dem Geber Nr. 2 die Gießgeschwindigkeiten von 8 auf 12 Zeilen/min gesteigert und die Höhe des Bleisiegels $H_{Bl} = 70$ mm auf $H_{Bl} = 85$ mm gesenkt.

Zur Überprüfung der Genauigkeit der Wiedergabe des Kurvenverlaufs durch den Schnellschreiber Helcoscriptor 1 b wurden mehrere Messungen mit dem Geber Nr. 1 wiederholt, wobei zur Registrierung statt des Schnellschreibers ein Oszillograph mit Kameraufsatz verwendet wurde.

Es wurde als Oszillograph das Gerät Type 502 Dual-Beam Oscilloscope der Firma Tektronic und als Registriergerät ein Polaroid-Land-Kameraufsatz zu diesem Oszillograph eingesetzt. Die Meßbedingungen waren die gleichen.

D. 2. 4 Versuchsergebnis und Diskussion

Abbildung 86 bis 89 auf Seite 136 geben als Meßschriebe aus den Versuchen mit dem Geber Nr. 1 den Verlauf der Kraft an der Kolbenstange wieder. Abbildung 86 und Abbildung 88 zeigen dabei das Arbeiten ohne Schnellfallklinke, Abbildung 87 und Abbildung 89 das Arbeiten mit Schnellfallklinke.

Ersichtlich ist, daß sich für das Arbeiten ohne und mit Schnellfallklinke zwei voneinander verschiedene Kurvenverläufe ergeben. Für das Arbeiten ohne Schnellfallklinke wird, wie auch aus dem Schrieb zu entnehmen ist, der Anfahrvorgang von der Pumpenkurvenscheibe und der Rolle des Pumpenhebels bestimmt. Die Kurve für das Arbeiten mit Schnellfallklinke zeigt, daß die Kraft auf den Pumpenkolben momentan einsetzt, was analog zu dem unter C. 1 definierten dynamischen Glied zu einer nicht unerheblichen Spitze im Kraftverlauf (maximale Kolbenkraft beim Einspritzvorgang P_{Kmax}) führt. Diese Spitze tritt bei hohen Gießgeschwindigkeiten noch ausgeprägter auf. Bei dem Arbeiten ohne Schnellfallklinke kommt praktisch nur das statische Glied (zur Beurteilung wird die Kolbenkraft in der Mitte des Einspritzvorganges P_{KM} herangezogen) zur Wirkung, obwohl bei höheren Geschwindigkeiten zu entnehmen ist, daß die Rolle des Pumpenhebels nicht voll der Krümmung der Pumpenkurvenscheibe folgt. Der Kurvenverlauf auf dem Schrieb nähert sich hierbei dem Verlauf beim Arbeiten mit Schnellfallklinke. Die gemessene Kolbenkraft (P_{KM}) lag niedriger als die rechnerische. Das dürfte einerseits auf die Reibungsverluste im Hebelsystem, andererseits auf die Dichtungsverluste am Pumpenkolben zurückzuführen sein. — Um bei der Messung die Reibungskräfte am Pumpenkolben weitgehend auszuschalten, wurde das Spiel zwischen dem Pumpenzylinder und den Ringen des zur Messung eingesetzten Pumpenkolbens absichtlich sehr groß gehalten. — Um festzustellen, in welcher Höhe die Dichtungsverluste auf-

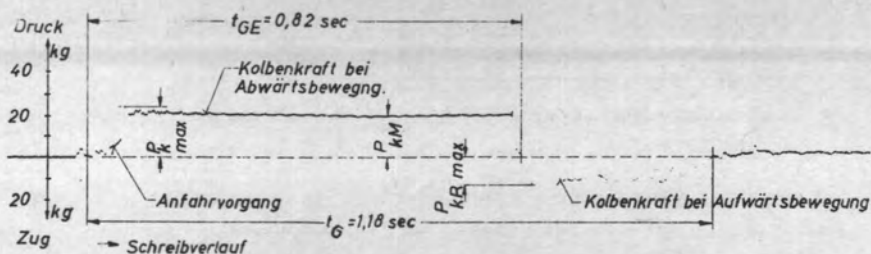


Abb. 86 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang
Geber Nr. 1
Gießgeschwindigkeit 8 Zeilen/min
Verstärkung der Meßbrücke 20–10
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

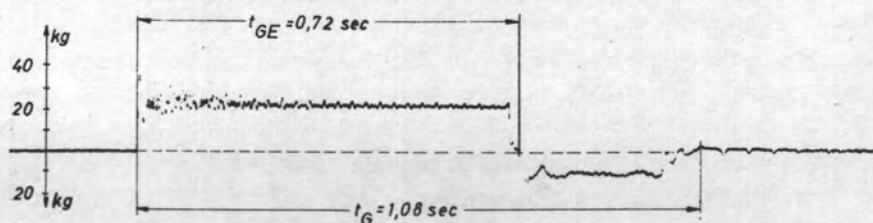


Abb. 87 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang unter Benutzung der Schnellfallklinke
Geber Nr. 1
Gießgeschwindigkeit 8 Zeilen/min
Verstärkung der Meßbrücke 20–10
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

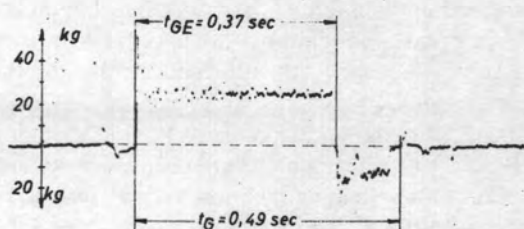


Abb. 88 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang
Geber Nr. 1
Gießgeschwindigkeit 15 Zeilen/min
Verstärkung 20–10
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

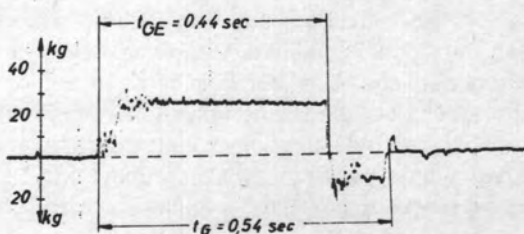


Abb. 89 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang unter Benutzung der Schnellfallklinke
Geber Nr. 1
Gießgeschwindigkeit 15 Zeilen/min
Verstärkung 20–10
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

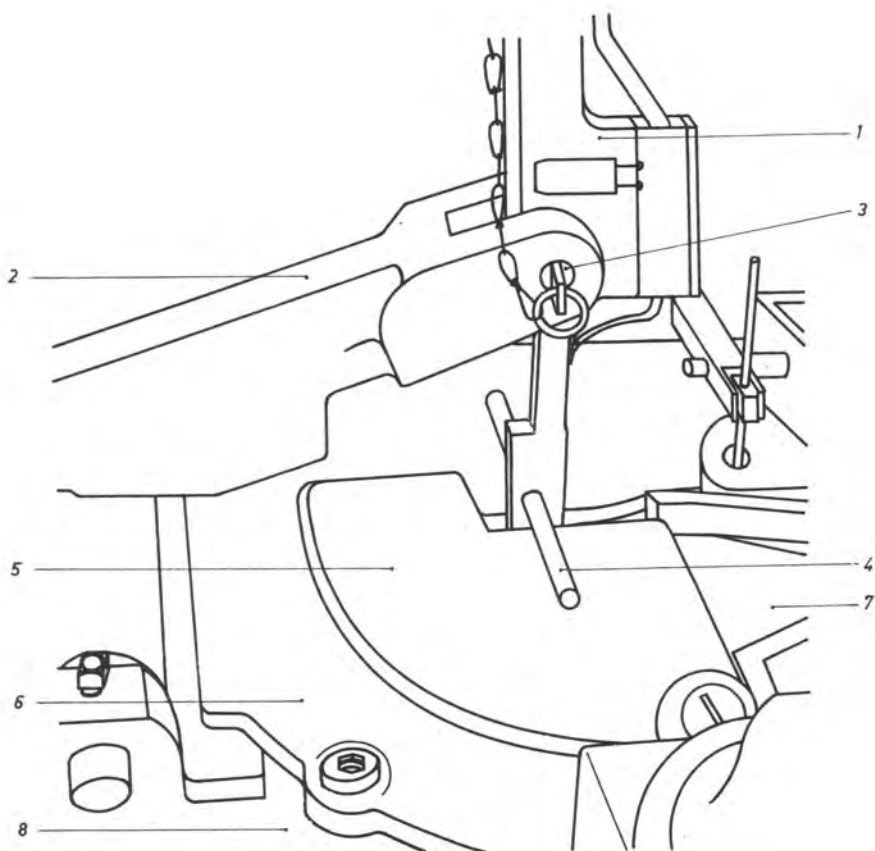


Abb. 90

- 1 Kolbenstange
(DMS-Geber Nr. 1 zur
Messung der Kolbenkraft)
- 2 Pumpenhebel
- 3 Kolbenbolzen

- 4 Stift zum Abfangen
- 5 Schieber
- 6 Deckel für Gießtopfmantel
- 7 Gießtopf
- 8 Gießtopfmantel

**Anordnung zum Abfangen
der Kolbenstange**

treten, wurde die Kolbenstange während des Gießvorganges durch einen in diese quer eingeschobenen Stift abgefangen. Die Anordnung hierzu ist aus Abbildung 90, Seite 137 zu ersehen. Die so gemessene Kraft entspricht der von der Feder verfügbaren, abzüglich der im Hebelsystem auftretenden Reibungskräfte. Abbildung 91 gibt den Verlauf dieser Messung wieder.



Abb. 91

Verlauf der Kraft in der Kolbenstange im abgefangenen Zustand der Kolbenstange Geber Nr. 1

Gießgeschwindigkeit

8 Zeilen/min

Verstärkung der Meßbrücke 20-10

$v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

Sie ergab, daß im vorliegenden Fall, bedingt durch die Undichtigkeiten zwischen Pumpenzylinder und Kolbenringen, die verfügbare Federkraft nur zu 75% als Kolbenkraft wirksam wurde. Beim Auftreffen der Strömung auf die Rückseite des Gießmundes kommt es, da bei dem Übergang vom Gießhals zu den Bohrungen des Gießmundes der Querschnitt erheblich verringert wird, zu einem Stoßvorgang, der das federbelastete Hebelsystem zu Schwingungen anregt. Für die durch diese Schwingungen bedingten Schwankungen der Kolbenkraft konnte keine negative Auswirkung auf den Gießprozeß nachgewiesen werden, obwohl anzunehmen ist, daß der Schwingungsvorgang auf den Gießprozeß nicht gänzlich ohne Einfluß ist. Die Kolbenkraft ist zumindest im Bereich des statischen Gliedes unabhängig von der Maschinengeschwindigkeit oder, wie diese definiert wurde, von der Gießgeschwindigkeit. Beim Ende des Einspritzvorganges wechselt die Kraft die Richtung, da die am Pumpenhebel angeschlossene Kolbenstange des Pumpenkolbens über die Rolle von der Pumpenkurvenscheibe angehoben wird. Durch das Absaugen der im Gießhals und Gießmund stehenden Metallmenge treten nicht unerhebliche Kräfte auf, die darauf zurückzuführen sind, daß bei Beginn der Kolbenrückbewegung die fugendichte Anlage zwischen Matrizenzeile und Gießform sowie Gießform und Gießmund noch nicht gelöst ist. Reibungskräfte zwischen Pumpenzylinder und Pumpenkolben sind im Kurvenverlauf enthalten, und zwar sowohl für die Abwärts- als auch für die Aufwärtsbewegung des Pumpenkolbens. Die Dauer des Gießvorganges t_G und des darin eingeschlossenen Einspritzvorganges t_{GE} ist direkt von der Gießgeschwindigkeit abhängig. Beim Arbeiten mit Schnellfallklinke ergab sich bei einer Gießgeschwindigkeit von 15 Zeilen/min die für den Einspritzvorgang erstaunlich kurze Zeit von $t_{GE} = 0,37 \text{ sec}$.

Die aus der Versuchsreihe mit dem Geber Nr. 2 ermittelten durchschnittlichen Werte für die Kolbenkraft sind mit ihren absoluten Abweichungen in der Tabelle 7 auf Seite 139 zusammengestellt, wobei aus den Meßschrieben zur Beurteilung des

Zusammenstellung der durchschnittlichen
Messwerte der Kolbenkraft P_K (kg)

Höhe des Bleispiegels H_{Bl} (mm)	Gießgeschwindigkeit (Zeilen/min)	Arbeiten mit Schnell- fallklinke	Arbeiten ohne Schnell- fallklinke	Kraftspitze bei Beginn des Einspritz- vorganges $P_{K \max}$ (kg)	Kraft in der Mitte des Einspritzvor- ganges P_{KM} (kg)	Maximale Kraft bei der Kolbenrückbewegung $P_{KR \max}$ (kg)	Zeitdauer des Gieß- prozesses t_g (sec)
85	8		x	16,9 (+ 0,3 - 0,3)	14,7 (+ 1,9 - 1,7)	28,8 (+ 1,8 - 2,8)	1,04
70	8		x	17,2 (+ 1,4 - 0,8)	14,4 (+ 1,4 - 0,6)	25,1 (+ 1,1 - 0,8)	1,05
85	12		x	20,5 (+ 1,7 - 1,1)	12,5 (+ 0,6 - 0,8)	33,2 (+ 7,5 - 4,2)	0,64
70	12		x	18,7 (+ 0,3 - 0,6)	14,7 (+ 0,8 - 0,8)	27,8 (+ 3,0 - 2,5)	0,64
85	8	x		34,6 (+ 1,7 - 0,8)	13,3 (+ 1,7 - 1,4)	26,6 (+ 1,9 - 1,1)	0,94
70	8	x		32,8 (+ 0,8 - 0,6)	16,1 (+ 0,8 - 0,6)	20,8 (+ 1,4 - 0,8)	0,96
85	12	x		34,9 (+ 1,4 - 0,8)	12,7 (+ 1,1 - 1,1)	26,3 (+ 3,0 - 3,0)	0,57
70	12	x		41,7 (+ 1,4 - 1,9)	14,9 (+ 1,7 - 0,6)	20,6 (+ 1,7 - 1,4)	0,58

Tab. 7

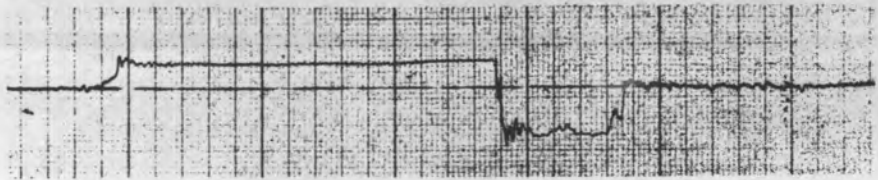


Abb. 92 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang
Geber Nr. 2
Gießgeschwindigkeit 8 Zeilen/min
Höhe des Bleisiegels 85 mm
Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

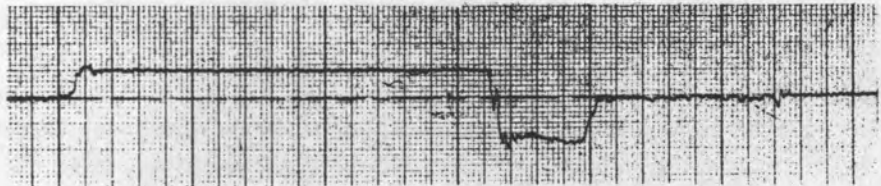


Abb. 93 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang
Geber Nr. 2
Gießgeschwindigkeit 8 Zeilen/min
Höhe des Bleisiegels 70 mm
Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$



Abb. 94 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang
Geber Nr. 2
Gießgeschwindigkeit 12 Zeilen/min
Höhe des Bleisiegels 85 mm
Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

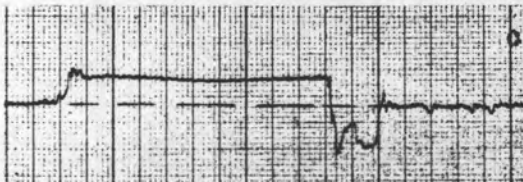


Abb. 95 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang
Geber Nr. 2
Gießgeschwindigkeit 12 Zeilen/min
Höhe des Bleisiegels 70 mm
Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

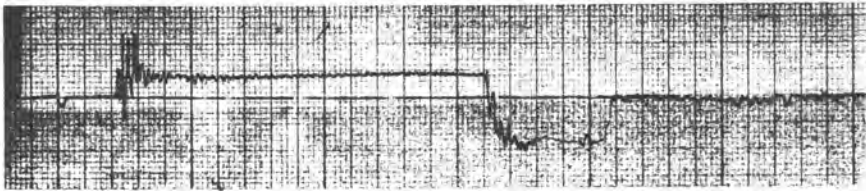


Abb. 96 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang unter Benutzung der Schnellfallklinke
Geber Nr. 2
Gießgeschwindigkeit 8 Zeilen/min
Höhe des Bleispiegels 85 mm
Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

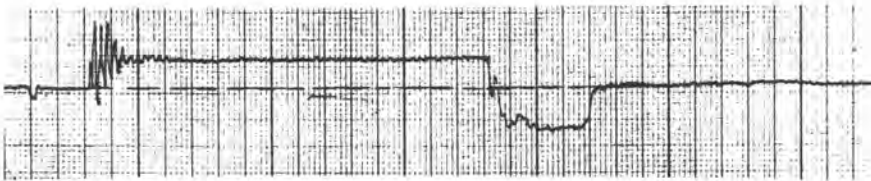


Abb. 97 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang unter Benutzung der Schnellfallklinke
Geber Nr. 2
Gießgeschwindigkeit 8 Zeilen/min
Höhe des Bleispiegels 70 mm
Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

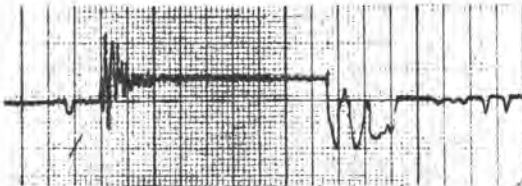


Abb. 98 Verlauf der Kolbengeschwindigkeit beim Gießvorgang unter Benutzung der Schnellfallklinke
Geber Nr. 2
Gießgeschwindigkeit 12 Zeilen/min
Höhe des Bleispiegels 85 mm
Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$



Abb. 99 Verlauf der Kolbengeschwindigkeit beim Gießvorgang unter Benutzung der Schnellfallklinke
Geber Nr. 2
Gießgeschwindigkeit 12 Zeilen/min
Höhe des Bleispiegels 70 mm
Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 $v_{\text{papier}} = 100 \text{ mm/sec}$

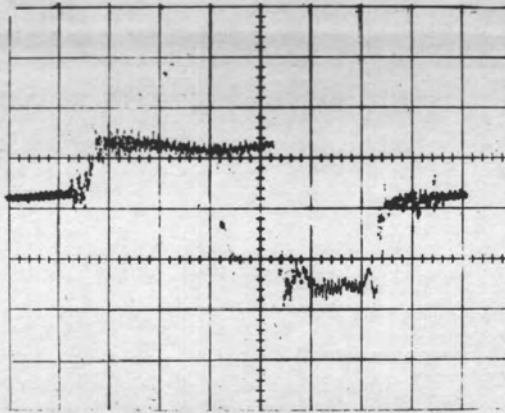


Abb. 100 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang
 Geber Nr. 2
 Gießgeschwindigkeit 8 Zeilen/min
 Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 Höhe des Bleispiegels $H_{Bl} = 70$ mm
 zeitliche Ablenkung des Oszillographen 0,2 cm/sec
 Empfindlichkeit 0,5 V/cm
 Aufnahme mit Polaroid-Land-Kameraaufsatz

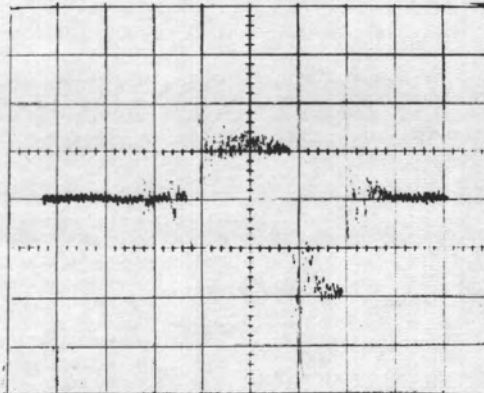


Abb. 101 Verlauf der Kolbenkraft beim Gießvorgang unter Benutzung der Schnellfallklinke
 Geber Nr. 2
 Gießgeschwindigkeit 12 Zeilen/min
 Verstärkung der Meßbrücke 100–5
 Höhe des Bleispiegels $H_{Bl} = 70$ mm
 zeitliche Ablenkung des Oszillographen 0,2 cm/sec
 Empfindlichkeit 0,5 V/cm
 aufgenommen mit Polaroid-Land-Kameraaufsatz

Gießprozesses die beim Einspritzvorgang maximal auftretende Kolbenkraft P_{Kmax} , die Kraft in der Mitte des Einspritzvorganges P_{KM} und die maximal auftretende Kraft bei der Rückbewegung des Kolbens P_{KRmax} herausgegriffen wurden.

Weiter wurden aus den vorliegenden Meßschrieben diejenigen ausgewählt, die in ihren Werten in etwa den ermittelten durchschnittlichen entsprechen. Sie sind in den Abbildungen 92 bis 99 auf den Seiten 140 und 141 wiedergegeben.

Der Verlauf der Kolbenkraft, der im Gegensatz zu der üblichen Registrierung mit dem Schnellschreiber, über Oszillograph und Kameraaufsatz festgehalten wurde, ist für zwei Beispiele aus den Abbildungen 100 und 101 auf Seite 142 ersichtlich.

Ein Vergleich der mit dem Geber Nr. 1 und dem Geber Nr. 2 aufgenommenen Meßschriebe ergab keine Unterschiede für den Kurvenverlauf und die daraus hervorgehenden Werte. Es kann daraus geschlossen werden, daß der für den Geber Nr. 1 zu befürchtende Einfluß auf die Meßwerte auf Grund von Ausbiegungen der Kolbenstange beim Meßvorgang nicht merkbar in Erscheinung trat. Auch die Aufzeichnung über Oszillograph und Registrierkamera brachte keine Abweichungen zu den mit dem Schnellschreiber registrierten, die sich besonders in den Spitzen hätten zeigen müssen.

Wie schon für die Versuche mit dem Geber Nr. 1 erwähnt, bringt das Arbeiten mit Schnellfallklinke eine beachtliche Spitze P_{Kmax} im Kraftverlauf beim Einspritzvorgang. Die Messungen zeigten für diese Spitze eine Tendenz, mit steigender Gießgeschwindigkeit noch zuzunehmen. Die Kolbenkraft in der Mitte des Einspritzvorganges P_{KM} hielt sich bei dem Versuch sowohl für beide Betriebsarten, d. h. für das Arbeiten mit und ohne Schnellfallklinke, wie auch für beide Geschwindigkeiten, auf gleicher Höhe. Gegenüber den Arbeiten ohne Schnellfallklinke ergab die andere Betriebsart eine Abnahme der maximalen Kraft P_{KRmax} bei der Rückwärtsbewegung des Kolbens.

Entgegen den Erwartungen kam es bei den Versuchen durch Absenken des Bleispiegels von $H_{Bl} = 70$ mm auf $H_{Bl} = 85$ mm zu keiner Steigerung der Kraftspitze P_{Kmax} analog dem dynamischen Glied (vergl. D. 1 Diagramm Abb. 76, S. 117). Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß diese Erscheinung auf das infolge des tieferen Bleispiegels größere beim Gießprozeß aus Gießhals und Gießform zu verdrängende Luftvolumen V_{HL} zurückzuführen ist.

Da mit Messungen der Kolbenkraft vorerst nur Tendenzen einzelner Einflußgrößen festgehalten wurden, erscheint es dem Verfasser erforderlich, unter Weiterentwicklung des Meßgebers ausgedehnte Versuchsreihen anzusetzen, bei denen vor allem die aus diesen ersten Versuchen sichtbar gewordene Beeinträchtigung des Gießprozesses durch die Entlüftung von Gießhals und Gießform näher zu untersuchen wäre. Dabei sollten sich die Messungen nicht allein auf die Kolbenkraft beschränken, sondern sollten auf die Erfassung der Kolbengeschwindigkeit beim Gießprozeß ausgedehnt werden.

D. 3 Messung der Ausschließkraft in der Matrizenzeile

D. 3. 1 Problem der Abdichtung während des Gießprozesses

Beim Gießprozeß setzen sich die Gießform und die Matrizenzeile als Teile einer

beweglichen Gießeinrichtung zu der eigentlichen, den Zeilenkörper und das Schriftbild bestimmenden Vorrichtung zusammen. Durch die Gießform wird die Art der Zeile, ob Rippenzeile, Parallelzeile, Sparzeile oder fußverzahnte Zeile, und durch das in die Gießform eingesetzte Kegel- und Formatstück Kegel und Format der Setzmaschinenzeile festgelegt (Abb. 102, S. 145). Das primäre Charakteristikum der Zeile, das Schriftbild, wird beim Abguß durch die einen Teil des abzusetzenden Manuskriptes entsprechende aus einzelnen Matrizen zusammengefügte Matrizenzeile gebildet.

Alle diese Teile sowie der sich an die Rückseite der Gießform anpressende Gießmund müssen beim Gießprozeß fugendicht aneinanderliegen.

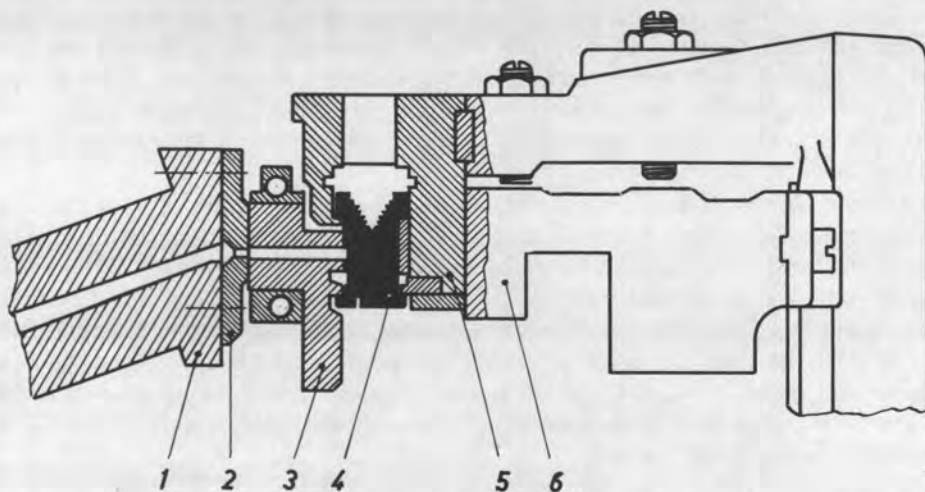
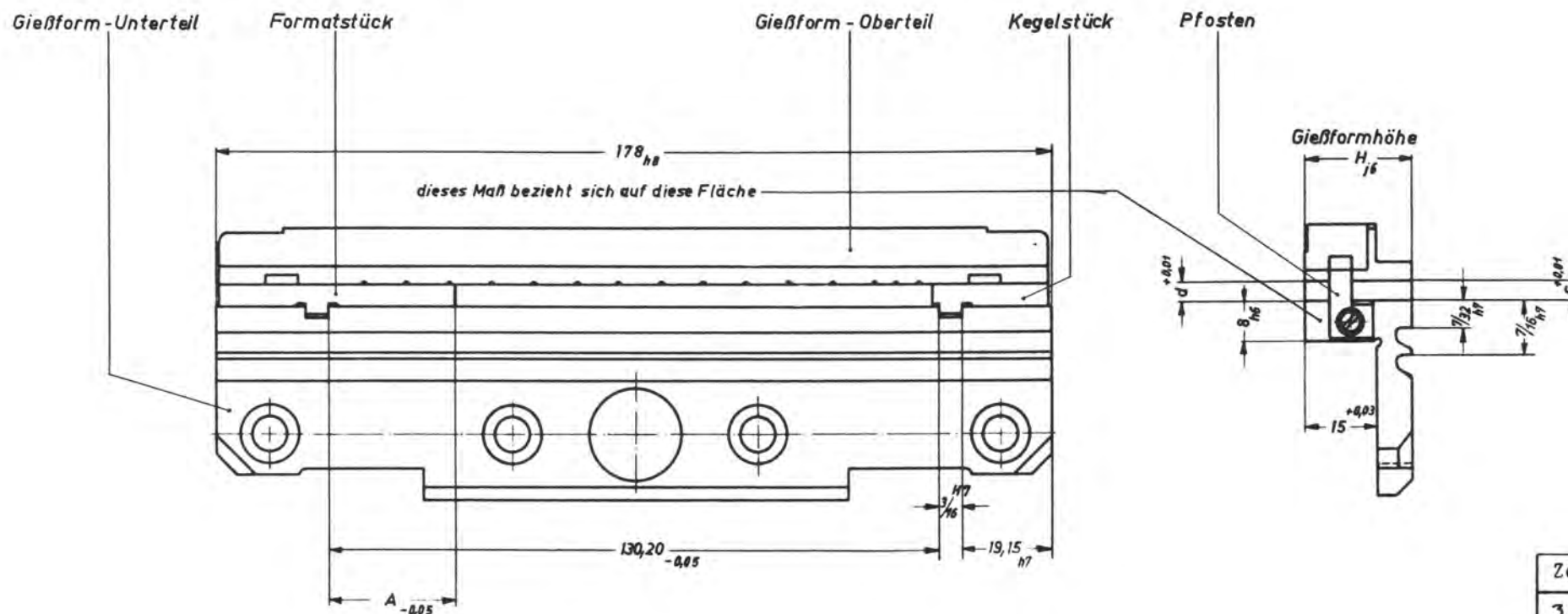


Abb. 103 Position der Matrizenzeile beim Gießvorgang

- 1 Gießhals
- 2 Gießmund
- 3 Gießform

- 4 Matrizenzeile
- 5 I. Elevator
- 6 Schraubstock

Fehler in der Anlage sind relativ schwerwiegend, da sie entweder den Gießprozeß oder das Produkt negativ beeinflussen. — Zum Beispiel führen Beeinträchtigungen der Anlage zwischen der Rückseite der Gießform und dem Gießmund zum „Schmieren“, d. h. blanken Zeilenfuß und zu „Überläufern“, mit anderen Worten, es tritt Schriftmetall infolge mangelnder Anlage aus. Die Beseitigung dieser Überläufer ist umständlich und zeitraubend. Eine ähnliche Erscheinung sind die „Spritzer“, hier erfolgt durch falschen Stand der Matrize im I. Elevator oder durch falschen Stand des I. Elevators zur Gießform ein Ausfließen des Schriftmetalls zwischen Gießform und Matrizenzeile. Spritzer sind noch schwieriger zu entfernen als Überläufer. Auf nicht fugendichtes Anliegen der Gießform zur Matrizenzeile ist das „Müllern“ und die „Flossenbildung“ zurückzuführen. Das Müllern ist eine Erscheinung, bei der Teile der Vorderseite der Gießform sowie deren Umgebung von feinen Schriftmetallpartikeln wie eingestäubt sind. Unter Flossenbildung versteht man



Zoll	mm
3/16	4,7625
7/32	5,5562
7/16	11,1125

Zeilenlänge in Cio.	Maß A in mm	Zeilenlänge in Cio.	Maß A in mm	Zeilenlänge in Cio.	Maß A in mm	Zeilenlänge in Cio.	Maß A in mm
1		8	92,40	15	60,73	22	29,05
1 1/2		8 1/2		15 1/2		22 1/2	
2		9	87,88	16	56,20	23	24,53
2 1/2		9 1/2		16 1/2		23 1/2	
3		10	83,35	17	51,68	24	20,00
3 1/2		10 1/2		17 1/2		24 1/2	
4	110,50	11	78,83	18	47,15	25	15,48
4 1/2		11 1/2		18 1/2		25 1/2	
5	105,98	12	74,30	19	42,63	26	10,95
5 1/2		12 1/2		19 1/2		26 1/2	
6	101,45	13	69,78	20	38,10	27	6,43
6 1/2		13 1/2		20 1/2		27 1/2	
7	96,93	14	65,25	21	33,58	28	1,90
7 1/2		14 1/2		21 1/2		28 1/2	

Kegel Pkt.	Maß o	Maß d
4	1,42	1,35
5	1,80	1,73
6	2,18	2,11
7	2,56	2,49
8	2,92	2,85
9	3,30	3,23
10	3,68	3,61
11	4,06	3,99
12	4,44	4,37
13	4,825	4,75
14	5,21	5,13
15	5,59	5,51
16	5,97	5,89

*Gießform für Thermexgießrad
(Normalform mit Rippen)*

einen feinen blattförmigen Abfall, der an der Vorderseite des Gießformober- oder -unterteils auftritt. Ein Teil des Abfalls sammelt sich auf der Schraubstockkappe, der Rest wird mit den Matrizen durch die Maschine geführt und verunreinigt auf diese Weise die Ablegeschlösser und Magazine.

Das Produkt wird beeinträchtigt, wenn beim Abguß nicht fugendicht aneinandergepreßter Matrizen sich „Spieße“ bilden, feine haarstrichtartige Angüsse, die sich beim Abdruck als mitdrückende Stellen besonders störend bemerkbar machen. So hieß es in der Praxis für lange Zeit: „Den Maschinensatz erkennt man an den Spießen“. Wie die Spieße sich im Abdruck zeigen, ist aus Abbildung 104 zu erkennen.

Unsere neue elektronische Sekretärin kommt
Unsere neue elektronische Sekretärin kommt
Unsere neue elektronische Sekretärin kommt
Unsere neue elektronische Sekretärin kommt
Unsere neue elektronische Sekretärin kommt
Unsere neue elektronische Sekretärin kommt
Unsere neue elektronische Sekretärin kommt
Unsere neue elektronische Sekretärin kommt
Unsere neue elektronische Sekretärin kommt
Unsere neue elektronische Sekretärin kommt

Abb. 104 Abzug von einem spießenden Maschinensatz

Besonders zwischen den Buchstaben „n“ und „e“ des Wortes „neue“ sind sie deutlich ausgeprägt. Da die Vermutung nahe lag, daß die Ausschließkraft auf das Spießen von Einfluß ist, war es zur Betrachtung dieser Erscheinung erforderlich, näher auf den außerordentlich komplexen Ausschließvorgang der Matrizenzeile einzugehen.

D. 3. 1. 1 Ausschließ- und Ausrichtvorgang

Zum Gußvorgang bringt der I. Elevator die Matrizenzeile zwischen die Formatbacken des Schraubstockes. Das Gießrad bewegt sich nach vorn und bleibt so stehen, daß der Abstand zwischen Gießform und Formatbacken und Matrizen 0,5 mm beträgt. Der linke zweite Ausschließhebel wird durch die zweite Elevatorkurvenscheibe etwas freigegeben und durch die zweite Ausschließfeder um diesen Betrag angehoben. Der Schließhebel bewegt sich dadurch nach oben und bringt die linke Schraubstockbacke auf genaues Format. Der rechte erste Ausschließhebel wird freigegeben und durch die erste Ausschließfeder angehoben. Er bringt die Traverse mit dem Ausschließquerstück in schwach geneigter Stellung nach oben.

Die Ausschließkeile (Spatienkeile) werden hochgetrieben und dabei nach links verschoben, bis sie das Format voll ausfüllen. Damit ist der erste Ausschließvorgang abgeschlossen. Der rechte Ausschließhebel geht nach unten, der Druck auf die Ausschließkeile wird wieder aufgehoben. Der linke Ausschließhebel bewegt sich ebenfalls nach unten und zieht den Schließhebel abwärts. Durch das Zurückdrehen

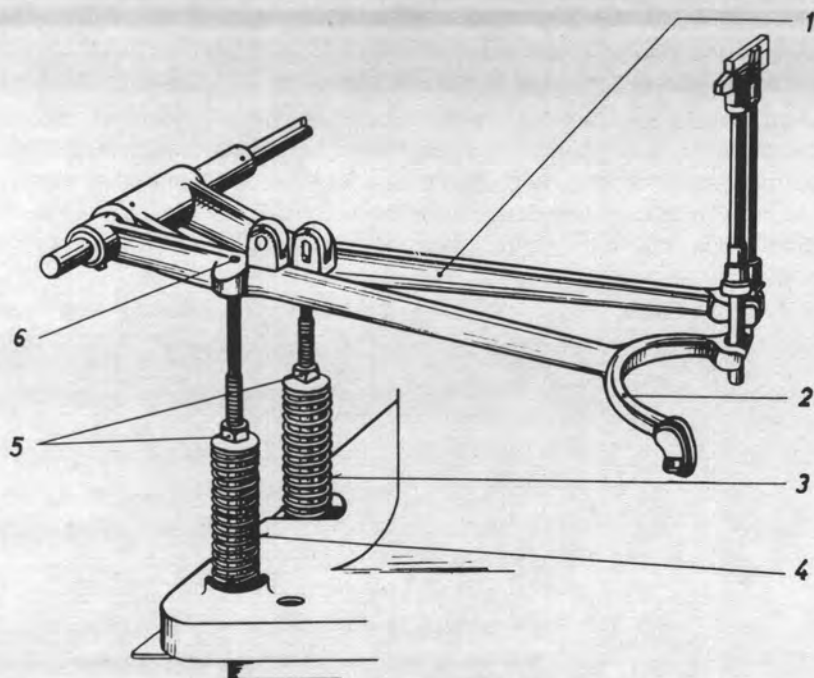


Abb. 105 Erster und zweiter Ausschließhebel und ihre Ausschließfedern

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1 Erster (rechter) Ausschließhebel | 4 Zweite Ausschließfeder |
| 2 Zweiter (linker) Ausschließhebel | 5 Spannmuttern |
| 3 Erste Ausschließfeder | 6 Ollloch |

der Schließschraube und das damit verbundene Auseinandergehen der Formatbacken wird die Matrizenzeile wieder gelockert. Zum Ausrichten oder Linieren der Matrizenzeile wird der Elevator etwas angehoben, die unteren hinteren Matrizenohren werden dabei gegen die Justierkanten der Gießform gepreßt. Der Hub des Elevators beträgt dabei 0,5 mm. Der Gießtopf bewegt sich vorwärts und preßt unter Mitnahme des Gießrades die Gießform gegen die Matrizenzeile, die ihrerseits gegen die feste Justierschiene im Elevatorkopf gepreßt wird. Die Rolle am Gießtopfrollenhebel hat die höchste Stelle auf dem kurzen Stahlstück der Gießtopfkurvenscheibe erreicht. Die Gießtopfrolle verläßt das kurze Stahlstück. Der Gießtopf geht etwas zurück, der Druck auf die Gießform wird aufgehoben und die Matrizen werden noch einmal frei. — Bei älteren Maschinen wird der Elevator nochmals abgesenkt und zum zweiten Mal angehoben. — Zum zweiten Ausschließen hebt sich der linke Ausschließhebel etwas, die Schließschraube bringt die linke Schraub-

stockbacke wieder auf Format. Die Ausschließhebel werden hochgehoben, und zwar so, daß die Traverse mit dem Ausschließquerstück waagrecht steht. Die Ausschließkeile werden gleichmäßig in die Matrizenzeile getrieben. Der Gießtopf bewegt sich nach vorn und preßt die Gießform gegen die Matrizenzeile. Die Gießtopfrolle läuft auf dem langen Stahlstück der Gießtopfkurvenscheibe. Die Matrizenzeile ist damit für den Guß ausgerichtet und ausgeschlossen.

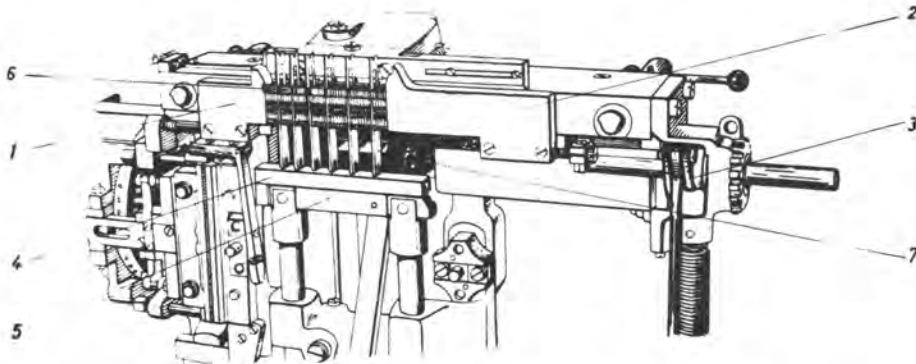


Abb. 106 Ausgeschlossene Matrizenzeile zwischen den Schraubstockbacken

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| 1 Rechte Schraubstockbacke | 5 Traverse |
| 2 Linke Schraubstockbacke | 6 Matrizenzeile |
| 3 Schließschraube | 7 Spatienkeil |
| 4 Ausschließquerstück | |

Die Schilderung entspricht in etwa der zeitlichen Reihenfolge, wobei der Ablauf nicht zeitlich gestuft, sondern mehr oder weniger ineinander verzahnt vor sich geht, wie aus dem Funktionsdiagramm Abbildung 107 auf Seite 151 zu ersehen ist. — Das Funktionsdiagramm über den Ausschließ- und Gießvorgang wurde an der Maschine 10a Quick Nr. 15243 aufgenommen. —

D. 3. 1. 2 Ausschließkeil

Der Ausschließkeil (Spatienkeil) dient als Wortzwischenraum und, wie unter D. 3. 1. 1 dargelegt, zum Ausschließen der Matrizenzeile. Es handelt sich bei ihm

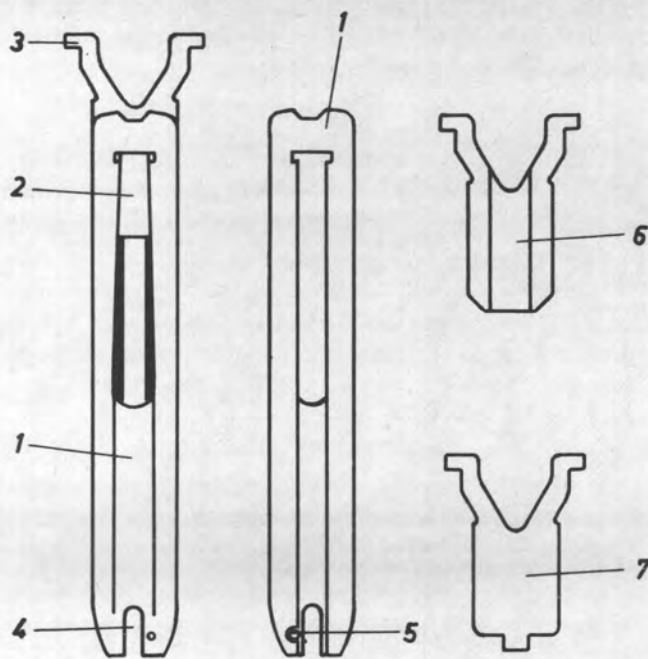


Abb. 108

Spatienkeil

1 Keil (Keilschaft)

3 Ohren des Schiebers

2 Schieber

4 Schlitz für den Pufferfinger und die Führungsschiene im oberen Zwischenkanal

5 Niet

6 Schieber für Petitkeil

7 Schieber für Nonpareille- und Korpuskeil

um ein Keilpaar mit gleichem Keilwinkel. Die Ausschließkeile werden in drei Arten ausgeführt. Einzelheiten gehen aus der nachfolgenden Tabelle 8 hervor.

Tab. 8 Spatienkeilwerte

	Minimale Stärke mm	Maximale Stärke mm	Ausschließ- fähigkeit mm	Keilwinkel α
Nonpareillekeil	0,80	2,30	1,50	1° 18'
Petitkeil	1,05	2,70	1,65	1° 22'
Korpuskeil	0,95	3,25	2,30	1° 45'

Beim Ausschließvorgang wird der Keil vom Ausschließquerstück hochgehoben, während die Ohren des Schiebers in der Keilnut des I. Elevators festgehalten werden. Am Keil wirken die in der Skizze, Abbildung 109, Seite 153, aufgeführten Kräfte:

Funktionsdiagramm über Ausschließ- u. Gießvorgang aufgenommen an der Maschine 10a Quick Nr. 15243

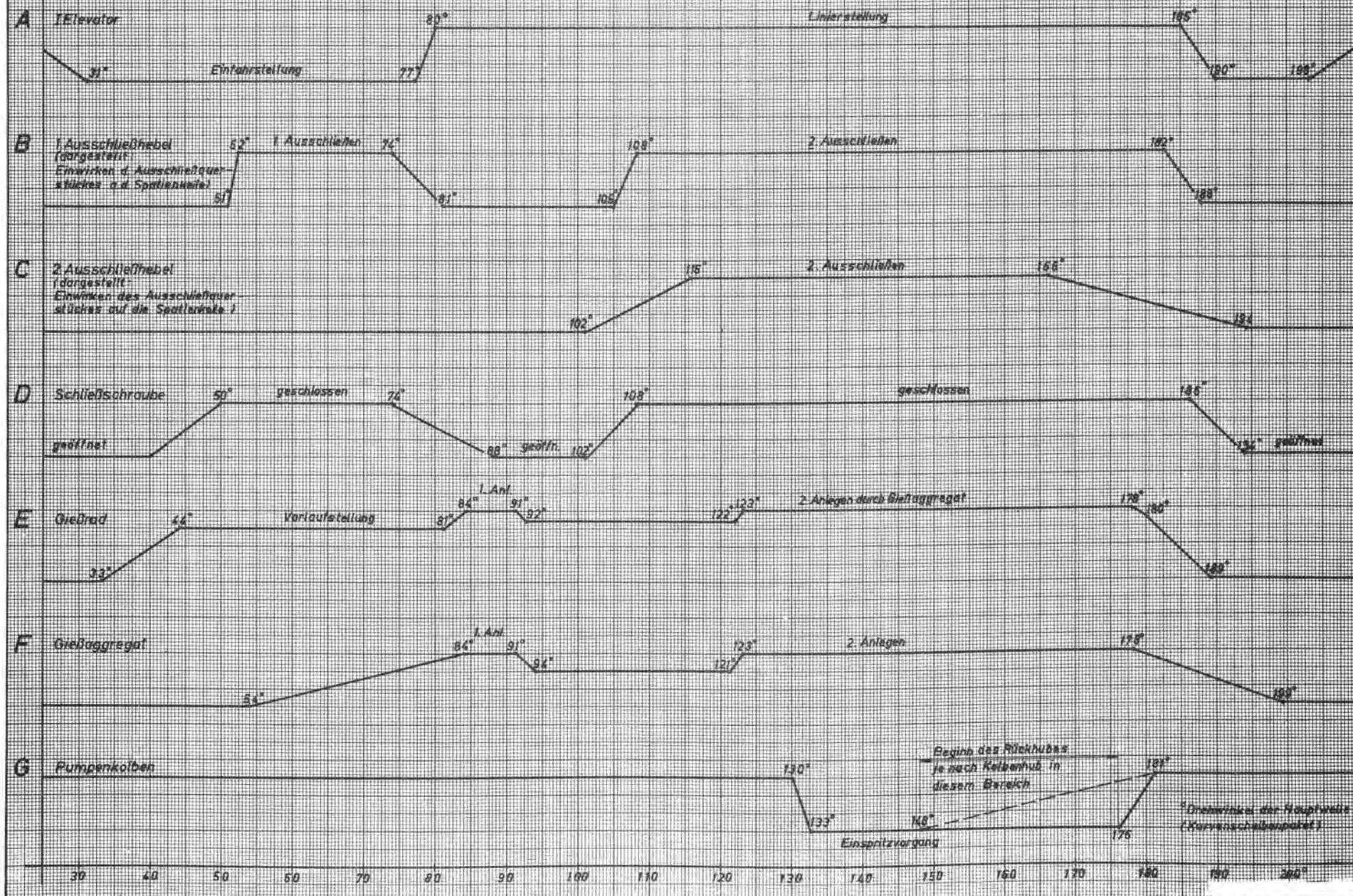
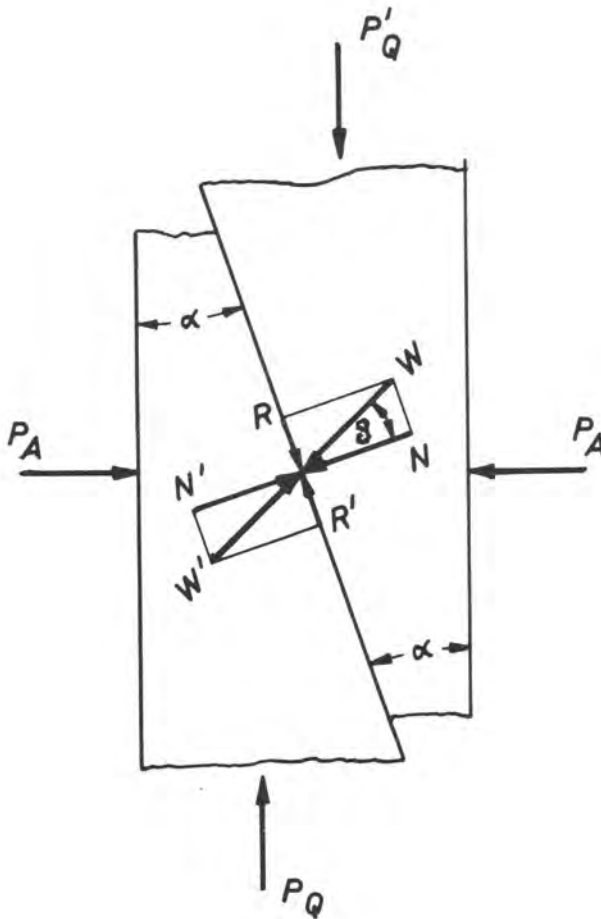


Abb. 109
Kräfte am Keil



- P_Q = Vom Ausschließquerstück eingeleitete Kraft
- N = Normalkraft
- W = Resultierende Auflagerstützkraft
- R = Reibungswiderstand
- φ = Reibungswinkel
- α = Keilwinkel
- P'_Q = Reaktionskraft an den Ohren des Schiebers
- P_A = Ausschließkraft

Eine rechnerische Ermittlung der für das fugendichte Abdichten der Matrizen wesentlichen Ausschließkraft P_A erschien wegen der Vielzahl der beim Vorgang auftretenden Faktoren kaum möglich. Die Ausschließkraft mußte daher auf meßtechnischem Wege ermittelt werden.

D. 3. 2 **Meßverfahren**

Zur Messung der Ausschließkraft in der Zeile wurden die unter D. 2. 1. 2 beschriebene Trägerfrequenzmeßbrücke und der unter D. 2. 1. 3 beschriebene Schnellschreiber eingesetzt.

D. 3. 3 **Geber zur Messung der Ausschließkraft in der Matrizenzeile**

Nach einer Reihe von Versuchen wurde eine geeignete Geberform entwickelt. Ihr Aufbau geht aus Abbildung 110 und aus Abbildung 111 auf Seite 155 hervor.

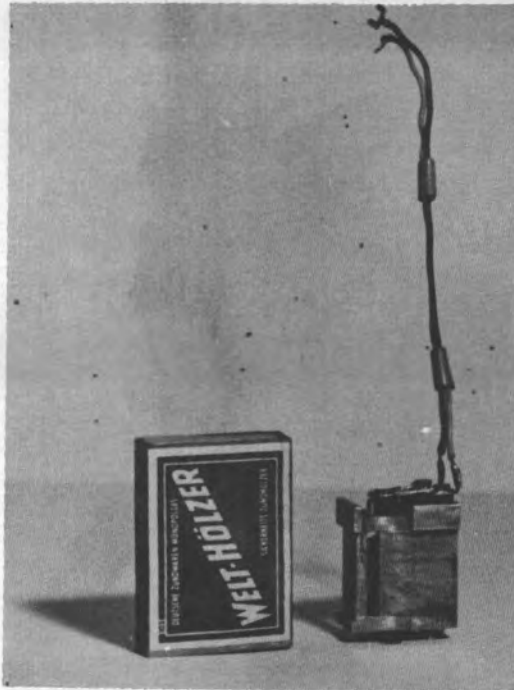
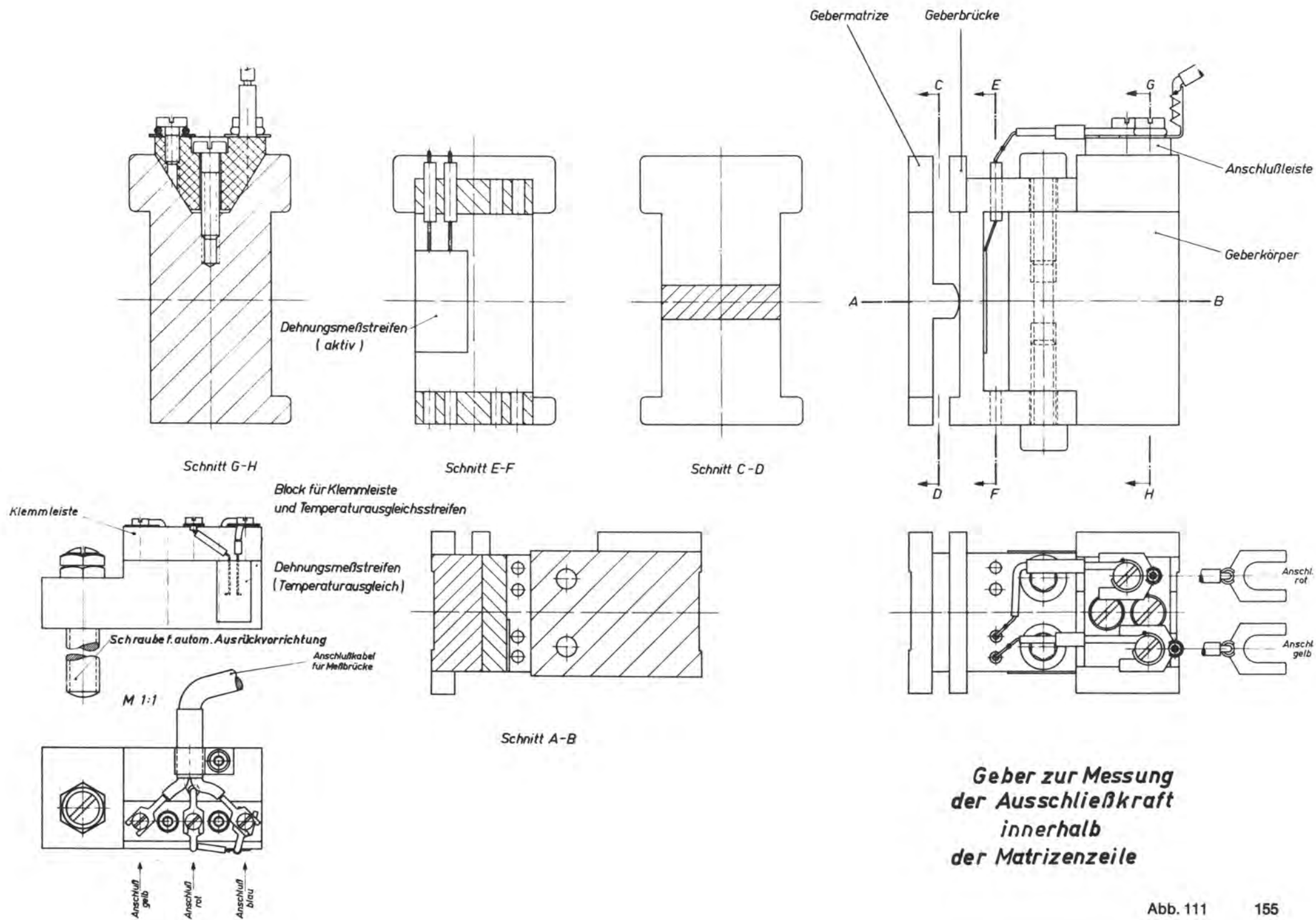


Abb. 110
Geber zur Messung der
Ausschließkraft
(zum Größenvergleich dient
die Streichholzschatel)

Ein der Matrizenform entsprechender Körper trägt eine Brücke aus Stahl, auf die auf der Rückseite der aktive Dehnungsmeßstreifen aufgeklebt ist. — Als Dehnungsmeßstreifen wurden die Streifen SR4 6/120 F B 1 der Firma Hottinger und als Kleber das Produkt X 57 der gleichen Firma verwendet. — Der Temperatenausgleichstreifen sitzt aus Raumgründen außerhalb des Gebers auf einer auf dem Schraubstock angebrachten Platte, damit in etwa die Temperaturkompensation erreicht wird. Möglicherweise nicht dadurch erfaßte auf die Temperatur zurückzuführende scheinbare Dehnungen ε_s sind wegen der zeitlichen Kürze des Ausschließvorganges in der Maschine vernachlässigbar. Die Einleitung der Ausschließkraft zur Messung erfolgt auf den Geber durch eine Gebermatrize aus Stahl, die mit ihrem



Ansatz die Brücke des Gebers ausbiegt. Der Geberblock besitzt im Gegensatz zu der Matrize kein vorderes unteres Ohr, um die durch den Ausrichtvorgang (1. und 2. Linieren) auf die Matrizenzeile wirkende Kraft für den Geber und damit für die Messung zu eliminieren.

Die Aufstellung der Prüfkurve für den Geber erfolgte in einer Vorrichtung auf der Wolpert-Härteprüfmaschine Diatestor, Nr. 2762. Mit Hilfe dieser Maschine war es analog der Härteprüfung nach Brinell möglich, vorbestimmte Lasten als Prüfkraft auf den Geber aufzubringen, wobei im vorliegenden Falle die Belastung zwischen 1 kg und 150 kg variiert wurde. Bei entsprechender Verstärkung der Meßbrücke wurde der zur jeweiligen Belastung gehörende Ausschlag des Schreibzeigers des Schnellschreibers festgehalten. Für die Verstärkung grob 10 – fein 7 sind die ermittelten Werte Schreiberausschlag zu Belastung in der nachstehenden Tabelle 9 aufgeführt:

Tab. 9 Ausschlag des Schreibers in Abhängigkeit von der Prüflast

x Prüflast kg	y Ausschlag des Schreibers mm				
	Meßreihe 1	Meßreihe 2	Meßreihe 3	Meßreihe 4	Mittelwert
1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,125
5	0,6	0,6	0,4	0,7	0,575
10	1,6	1,5	1,5	1,5	1,525
15,625	2,8	2,7	2,7	2,8	2,75
20	3,7	3,6	3,4	3,6	3,575
30	5,6	5,7	5,6	5,9	5,7
40	7,7	7,9	7,9	7,8	7,825
50	9,7	10,0	10,0	10,1	9,95
62,5	12,2	12,6	13,2	12,8	12,7
100	19,1	19,5	20,2	19,8	19,65
150	29,6	29,8		30,1	29,833

Die Genauigkeit der Gewichtsbelastung der Härteprüfmaschine – sie wird von der Herstellerfirma in vierteljährlichem Turnus kontrolliert – wird von dieser mit $\pm 0,5\%$ der Last angegeben. Die Ausgleichsrechnung nach dem Verfahren der klein-

sten Quadrate*) zur Ermittlung der Ausgleichsgeraden (Prüfkurve) für die Meßpunkte ergab die Gleichung $y = 4,973 x + 1,295$. Daraus ist zu ersehen, daß für alle Belastungen eine konstante Abweichung von $+ 1,3$ kg auftrat, die mit Sicherheit als Justierfehler der Härteprüfmaschine zu werten war. Für die in Abbildung 112 auf Seite 159 wiedergegebene Prüfkurve wurde diese Abweichung als prüfgerätgebunden unter Zurückführung der Gleichung auf $y = 4,973 x$ eliminiert. Die Rechnung ergab als Maß für die Meßgüte für die Einzelmessung einen mittleren Fehler $m = \pm 1,5$ kg.

Zur Kontrolle der Messungen mit dem eben erwähnten Geber wurde ein weiterer Geber entwickelt, der im Gegensatz zum ersten Geber bei der Messung seine Position nicht innerhalb, sondern außerhalb der Matrizenzeile hat. Diese Anordnung gestattet es ferner, die gefundenen Werte beim Betrieb der Maschine, d. h. unter Einbeziehung des Gießprozesses, zu kontrollieren. Der Geber, dessen Aufbau aus der Skizze, Abbildung 114, Seite 161, hervorgeht, ist in der Maschine anstelle der Anschlagschraube für die rechte, bewegliche Schraubstockbacke untergebracht. — Beim Ausschließvorgang legt sich die Backe durch die Ausschließkraft gegen den Anschlag. — Er trägt auf der Unterseite des Geberstiftes von quadratischem Querschnitt den aktiven Dehnungsmeßstreifen. Der Temperaturkompensationsstreifen und das Anschlußkabel sind auf einer an den Geberstift angelöteten Platte befestigt. Für diesen Geber wurden gleichfalls die Dehnungsmeßstreifen SR4 6/120 FB 1 der Firma Hottinger und als Kleber das Produkt X 57 der gleichen Firma verwendet. Die Aufstellung der Prüfkurve erfolgte in einer für den Geber geschaffenen Aufnahmevorrichtung auf der vorher erwähnten Härteprüfmaschine Diatestor 2 R der Firma Wolpert.

D. 3. 4 Versuchsaufbau und -durchführung

Um Zufälligkeiten auszuschließen, wurden die Meßreihen zur Ermittlung des Ausschließverhaltens unter Einsatz mehrerer Maschinen ausgeführt. Es wurden hierzu vor allem die Linotype-Setzmaschinen Modell 5c Quick Nr. 12717 und Modell 18 Nr. 13481 herangezogen.

Für beide Maschinen wurden die Versuchsbedingungen konstant gehalten, es waren:

Schriftmetall	7/12
Kesseltemperatur	300 °C
Gießmundoberflächentemperatur	270 °C
Kühlwasserdurchlauf	100 l/h
Höhe des Bleispiegels	65 mm

Entsprechend der Skizze Abbildung 113, Seite 160, wurde der erste Geber zur Messung der Ausschließkraft in die Matrizenzeile eingebaut. Die Messung selbst erfolgte bei auf Wassertemperatur abgekühlter Gießform, wobei wegen dem in die Zeile eingesetzten Geber, auf den Guß verzichtet werden mußte.

*) Lit. 65

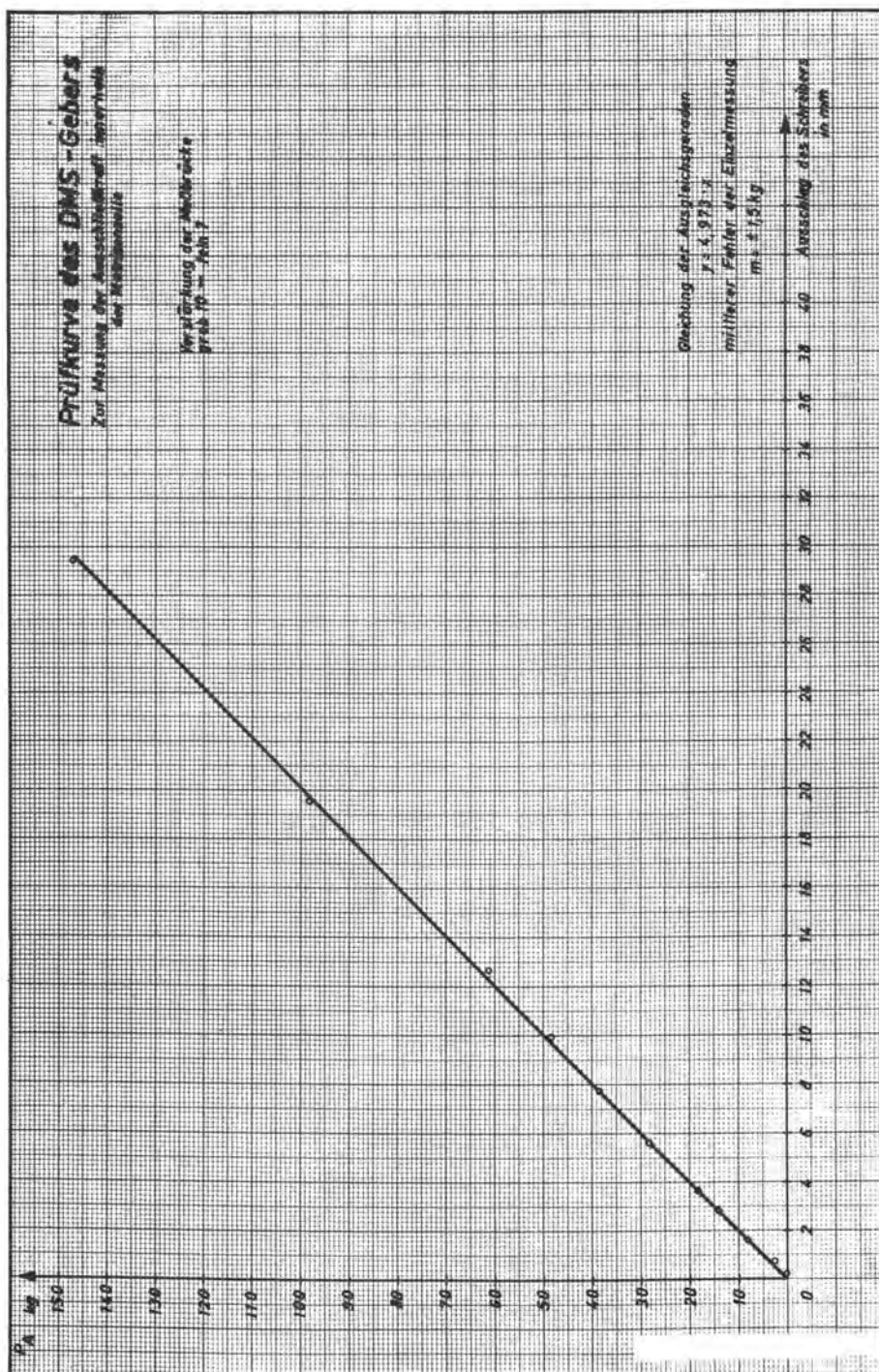
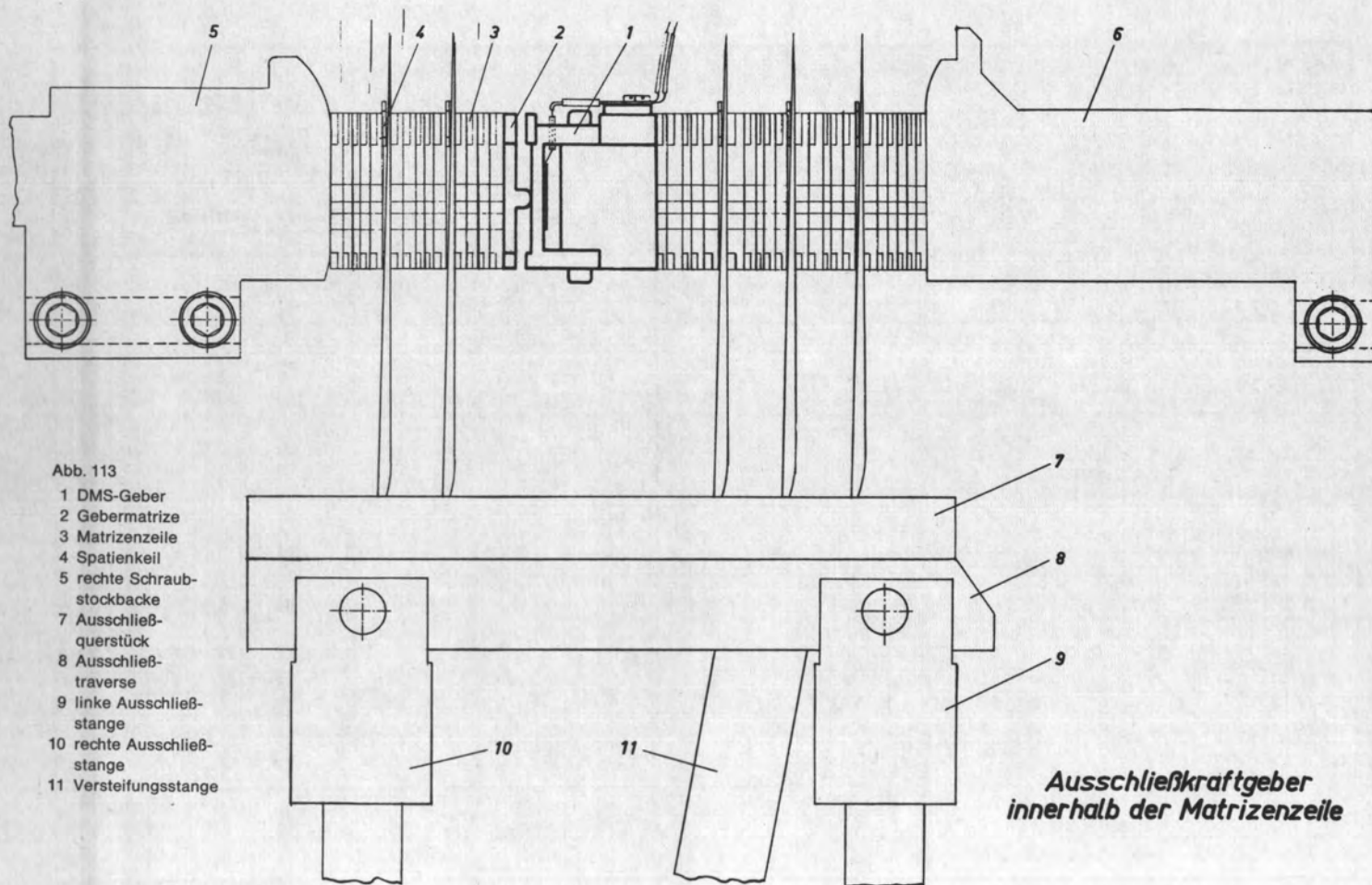


Abb. 112 159



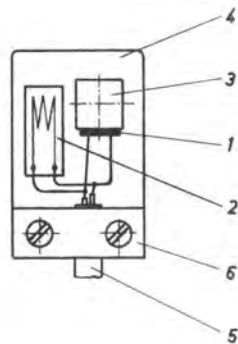
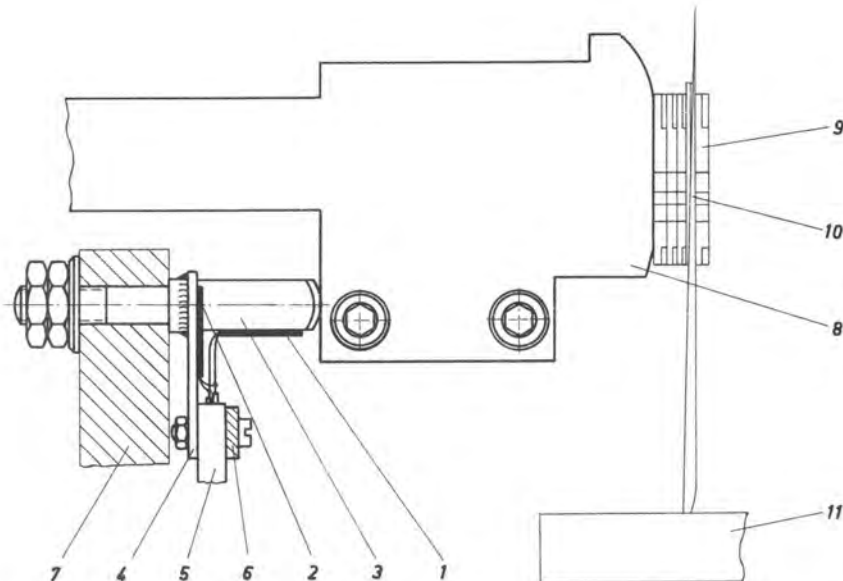
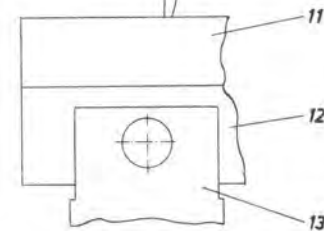


Abb. 114

- 1 Dehnungsmeßstreifen (aktiv)
- 2 Dehnungsmeßstreifen (Temperaturausgleich)
- 3 Anschlag für rechte Schraubstockbacke
- 4 Platte
- 5 Anschlußkabel
- 6 Klemme für Anschlußkabel



- 7 Aufnahme am Schraubstock für Anschlag
- 8 rechte Schraubstockbacke
- 9 Matrizenzeile
- 10 Spatienkeil
- 11 Ausschließquerstück
- 12 Ausschließtraverse
- 13 rechte Ausschließstange



**Ausschließkraftgeber
außerhalb der Matrizenzeile**

Unter Konstanthaltung aller übrigen Faktoren wurde für eine Meßreihe jeweils ein Faktor variiert, und zwar Keilzahl, Maschinengeschwindigkeit, Formatbreite und Austreibhöhe der Keile. Für die Veränderung der Keilzahl von 1 auf 10 wurde jeweils eine dem Spatienkeil in der Stärke auf $\pm 10 \mu\text{m}$ entsprechende Matrize aus der Zeile entfernt und ein Spatienkeil dafür hinzugefügt. Die Maschinengeschwindigkeit wurde durch Verstellen des Getriebemotors, der über einen Keilriemen die Hauptwelle antreibt, stufenweise geändert, so daß das Ausschließverhalten bei Gießgeschwindigkeiten von 5 bis 13 Zeilen/min erfaßt wurde. Zur Bestimmung des Einflusses der Formatbreite wurde eine mit 4 Nonpareille-Keilen bestückte Matrizenzeile vom Format von 12 Cicero an bis zum Format von 24 Cicero um jeweils 1 Cicero mit Matrizen aufgefüllt. Um die Austreibhöhe zu variieren, wurden im Versuch zur Erreichung verschiedener Verschiebewege für den Spatienkeil die Formatbreite durch leichtes Öffnen der das Format bestimmenden Schraubstockbacken – durch Verstellen der Indexscheibe – geringfügig vergrößert.

Zur Überprüfung der durchgeführten Messungen wurde der Kontrollgeber, wie in der Skizze Abbildung 114, Seite 161, angegeben, in die Maschine eingesetzt. Einzelne Punkte aus den oben erwähnten Meßreihen wurden herausgegriffen und einem Vergleich unterzogen, wobei im Gegensatz zu dem ersten Geber während des Meßvorganges auf den Zeilenguß nicht verzichtet wurde.

D.3.5 Versuchsergebnis und Diskussion

Aus den aufgenommenen Meßschrieben lassen sich viele Aufschlüsse über den Ausschließvorgang gewinnen:

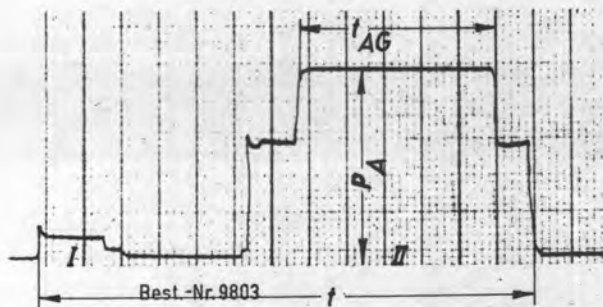


Abb. 115

Meßschrieb des
Ausschließvorganges

1 Keil

Verstärkung der Meßbrücke 10–7

$v_{\text{papier}} = 20 \text{ mm/sec}$

t = Zeitablauf (sec)

P_A = Ausschließkraft (kg)

I. = 1. Ausschließvorgang

II = 2. Ausschließvorgang

t_{AG} = Anlage des Gießtopfes (sec)

So können deutlich erster und zweiter Ausschließvorgang unterschieden werden. Die Kraft P_A nimmt beim zweiten Ausschließvorgang in einer genau definierten Stufe zu. Diese Stufe ist darauf zurückzuführen, daß beim Ausschließvorgang die Matrizenzeile durch die mit Spiel angeordneten Schraubstockbacken und durch den Hinterschliff der Keile – sie sind auf der Rückseite $10 \mu\text{m}$ schwächer als auf der Frontseite – die Matrizenzeile nach vorn ausgebogen wird. Durch das Anpressen der Gießform durch den Gießtopf an die Matrizenzeile wird diese gegen die feste Justierschiene im ersten Elevator zurückgedrückt und damit geraderichtet,

was die Erhöhung der Ausschließkraft bewirkt. Diese Stufe im Kraftverlauf ist für die Abdichtung der Matrizenzeile maßgebend, da sie das Anliegen des Gießtopfes an die Gießform wiedergibt und da innerhalb dieser Periode der Guß vor sich geht.

Für die numerische Auswertung wurde aus den Meßschrieben für das erste Ausschließen die Kraft in der Mitte des ersten Ausschließvorganges und für das zweite Ausschließen die Kraft in der Mitte der Anlagezeit des Gießtopfes an die Gießform herausgegriffen. Wie das Diagramm, Abbildung 116 auf Seite 164, zeigt, ist der Einfluß der Keilzahl auf die Ausschließkraft beträchtlich. So fiel das für den Gießvorgang maßgebliche Ausschließen im vorliegenden Falle von $P_A = 90$ kg bei Verwendung von 1 Spatienkeil auf $P_A = 15$ kg bei 10 Spatienkeilen. Die gleiche Tendenz zeigte sich auch für das erste Ausschließen. Ein Einfluß der Keilarten mit unterschiedlichen Keilwinkeln (vgl. Tabelle 8, Seite 150) ließ sich bei der angewandten Meßmethode meßtechnisch nicht erfassen, was durchaus erklärlich ist, da die Keilwinkel für die Keilarten nur geringfügig differieren.

Die Ausschließkraft läßt sich durch Steigerung der Maschinenumlaufgeschwindigkeit (auch definiert als Gießgeschwindigkeit in Zeilen/min) beträchtlich erhöhen. Aus dem Diagramm, Abbildung 117 auf Seite 165, ist zu entnehmen, daß für die zur Messung verwendete Matrizenzeile (8 Punkt/16 Cic.) mit 2 Spatienkeilen $P_A = 57$ kg bei einer Gießgeschwindigkeit von 5 Zeilen/min auf $P_A = 130$ kg bei einer Gießgeschwindigkeit von 13 Zeilen/min stieg. Die Erhöhung trat besonders für das zweite Ausschließen zutage, während sie für das erste Ausschließen minimal blieb.

Die Meßreihe zur Bestimmung des Einflusses der Formatbreite zeigt, wie im Diagramm, Abbildung 118, Seite 166, festgehalten, daß dieser Einfluß, der sich durch die Längsverschiebearbeit ergibt, für die Matrizenzeile gering ist. So fiel die Kraft für das zweite Ausschließen von $P_A = 79$ kg bei einem Format von 12 Cicero auf $P_A = 62$ kg bei einem Format von 24 Cicero. Das erste Ausschließen kann dagegen als annähernd konstant angesehen werden.

Das Diagramm, Abbildung 119, Seite 167, gibt den Einfluß des Verschiebeweges des Keils zum Keilschieber wieder. — Als Bezugsmaß wurde zur Messung des Verschiebeweges, d. h. der Austreibhöhe des Keils, der Abstand von dessen Oberkante zur Oberkante der Backen des l. Elevators gewählt. — Im vorliegenden Falle ergab sich für das Bezugsmaß von 12 mm, das einem Verschiebeweg von 25,5 mm entspricht, sowohl für das erste wie auch für das zweite Ausschließen ein Maximum, das allerdings für das zweite Ausschließen ausgeprägter auftrat.

Weitere Versuche zeigten, daß auch die Schmierung der Keile einen Einfluß auf den Verlauf der Ausschließkraft hat. Mit Molykotepulver Type Z als Schmiermittel behandelte Spatienkeile brachten einen um 5 bis 10% höheren Wert der Ausschließkraft als die gleichen unbehandelten Keile.

Die Kontrollmessung mit dem außerhalb der Matrizenzeile angeordneten Geber ergab keine Abweichung von den — mit dem innerhalb der Matrizenzeile positionierten Geber — gefundenen Werten, sowohl in Bezug auf den Kurvenverlauf als auch für die aus den Kurven herausgegriffenen Meßpunkte.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Ausschließkraft vielen Einflüssen unter-

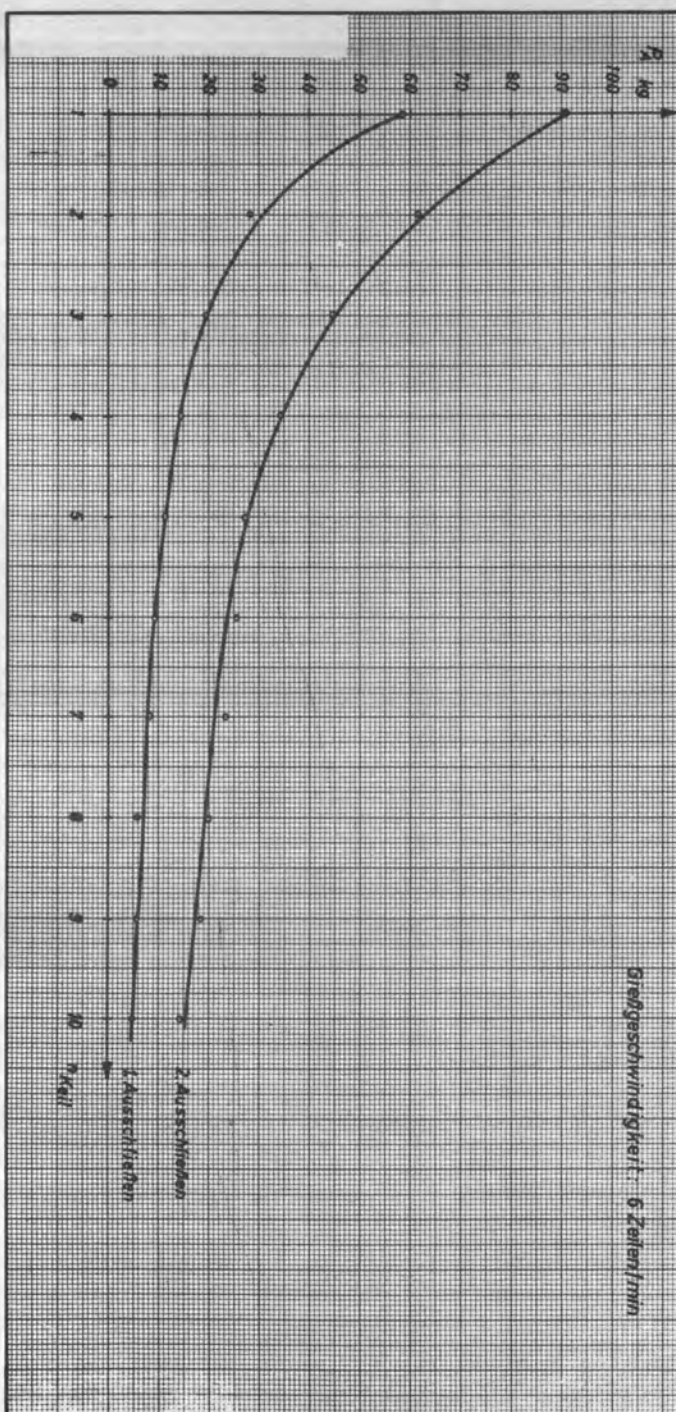
Ausschleißkraftmessung

$F_A \sim f(n_{\text{Teil}})$

Modell 5CS/Nr. 12717 8PKi/24Cic

Körpuskete: 2 Stück

Drehgeschwindigkeit: 6 U/min



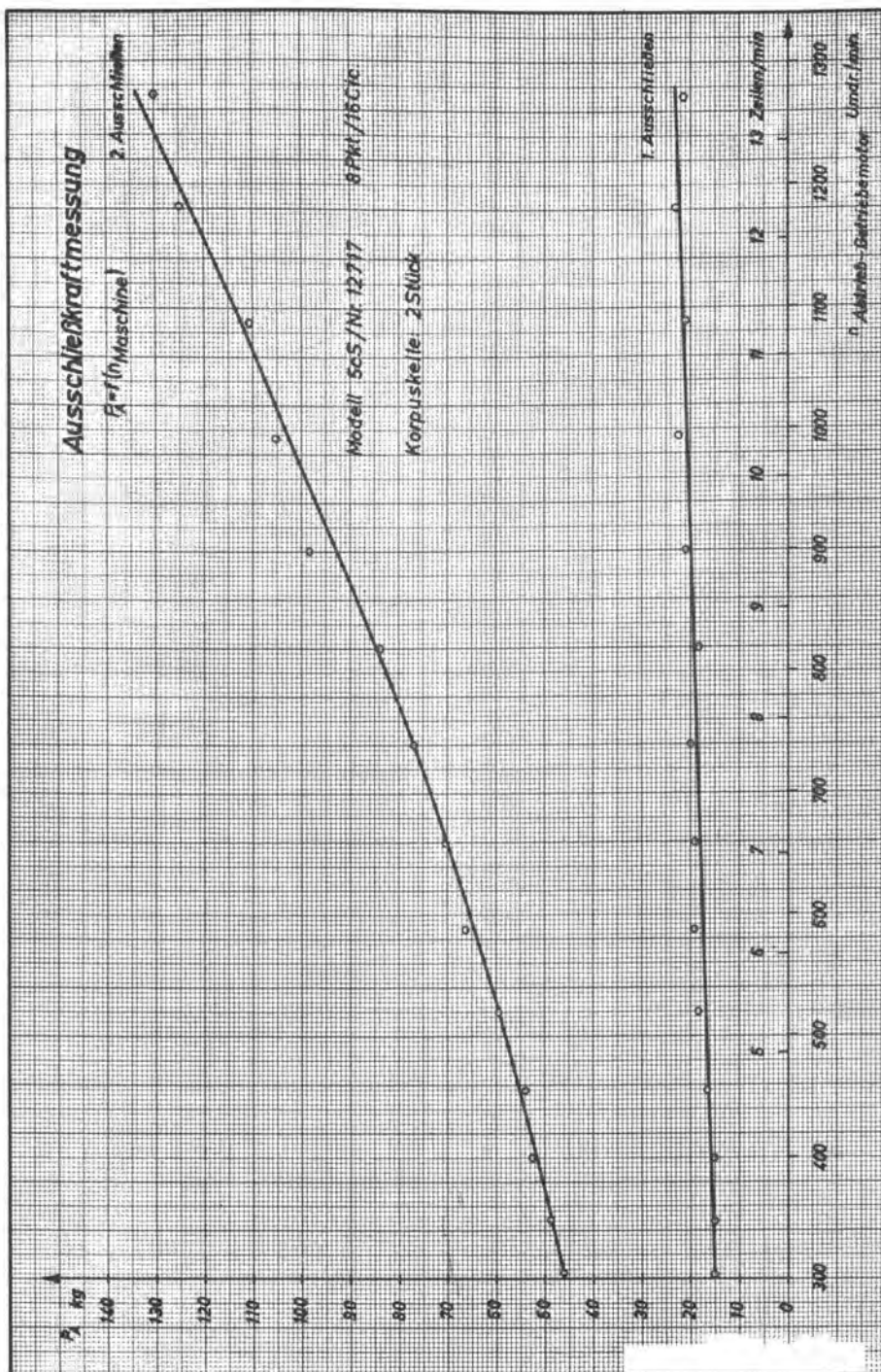
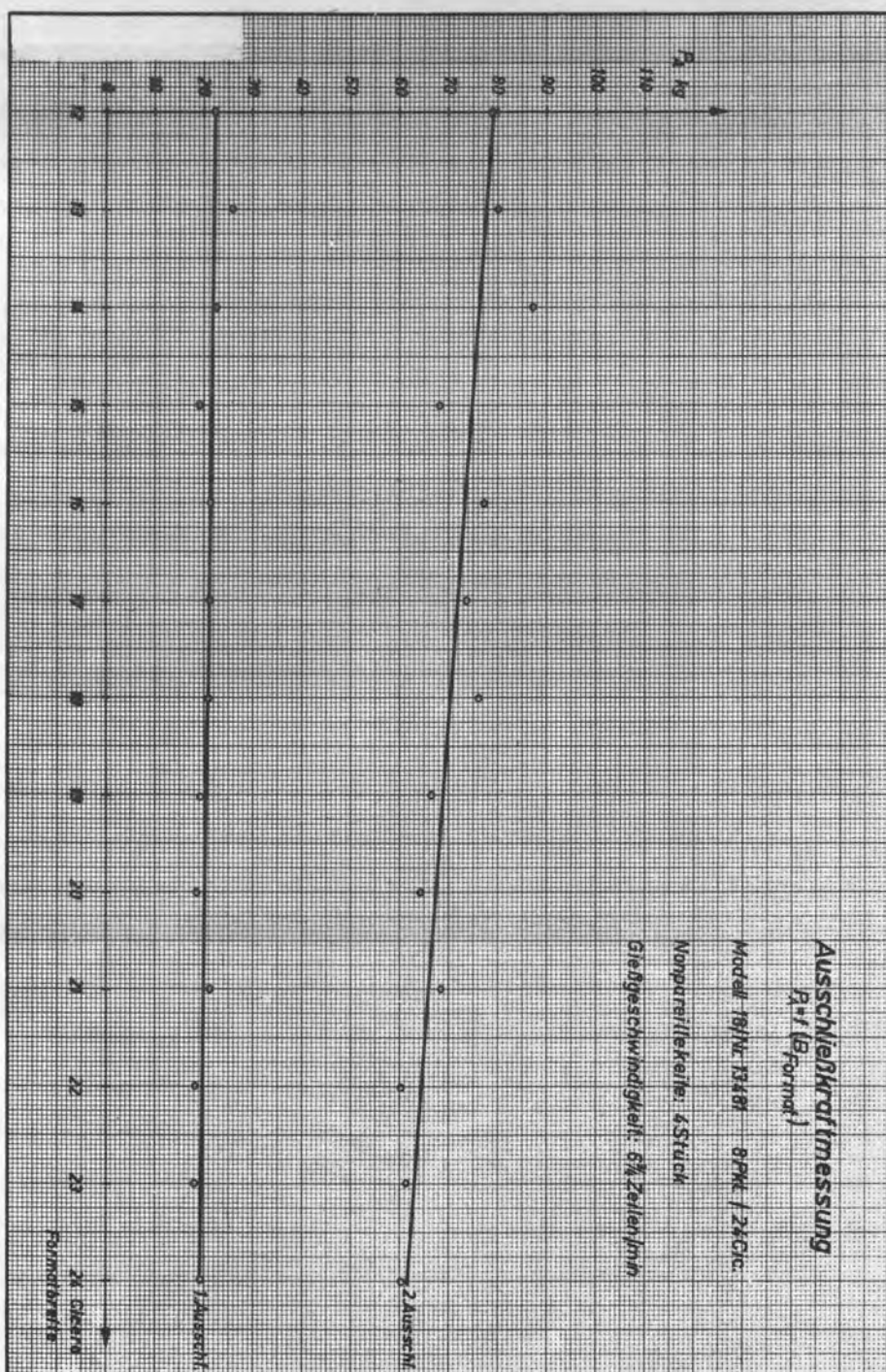


Abb. 117



Ausschleißkraftmessung

$$P_a = f(h_{\text{Keil}})$$

Modell 18/NW 13681 5 Pkt / 20 Cto.

Noppentellekeile: 2 Stück

Gleifgeschwindigkeit: 6 % Zellen/min

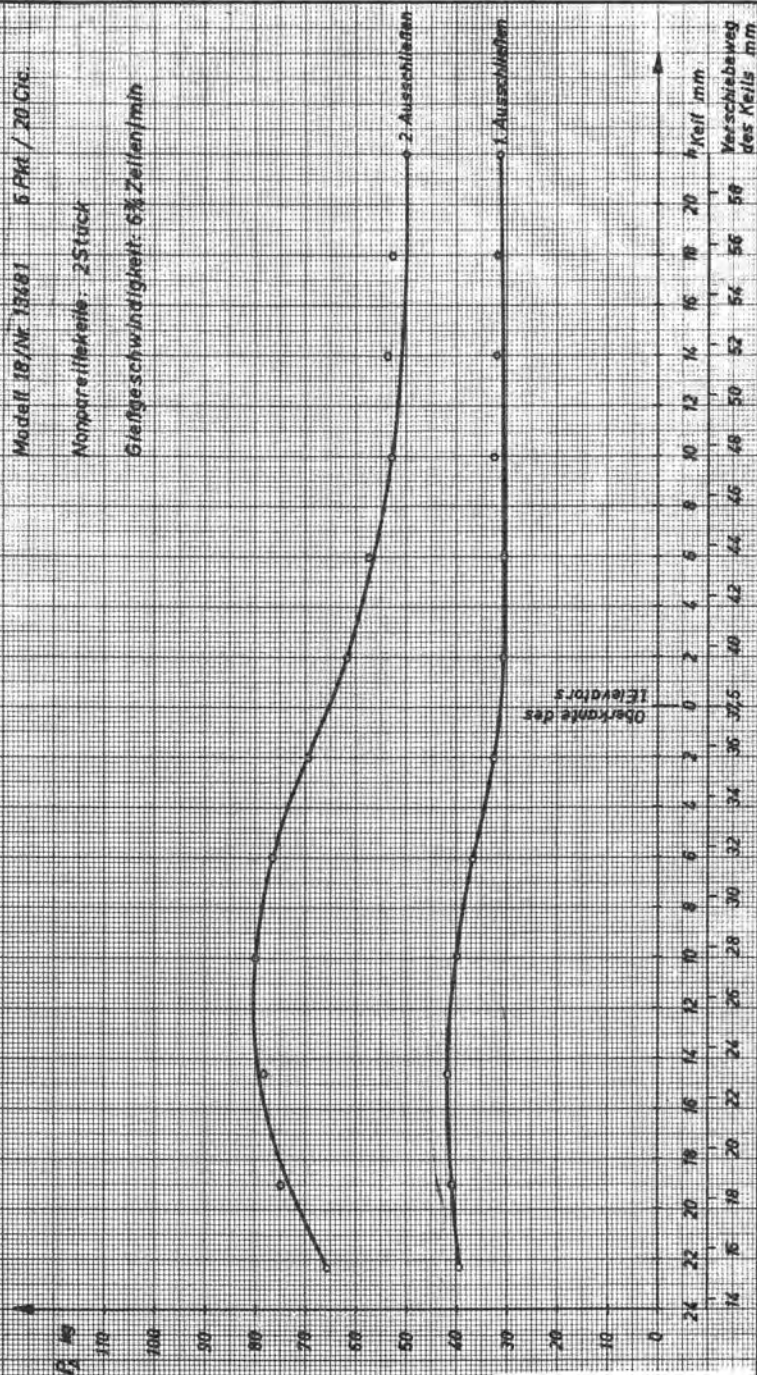


Abb. 119 167

liegt. Angesichts der geforderten universellen Einsatzmöglichkeit der Maschine liegen die Randwerte für die Ausschließkraft weit auseinander. Da einerseits angestrebt werden muß, auch für eine breite Matrizenzeile mit vielen Keilen beim Durchlauf mit niedriger Geschwindigkeit eine Ausschließkraft zu haben, die noch ihre Funktion, das fugendichte Ausschließen der Matrizenzeile voll erfüllt, muß andererseits für eine kurze Zeile mit nur einem Keil bei schnellem Maschinendurchlauf – ein Fall, der im Schnellsetzbetrieb sehr häufig auftritt – mit Werten gerechnet werden, die um eine Zehnerpotenz über dem Wert von 20 kg liegen, der als untere Sicherheitsgrenze angesehen werden kann. Diese Kraftspitzen können dort, wo sich schon Bleiansatz an den Dichtungsflächen der Matrizen befindet, dazu führen, daß die Bildwände der benachbarten Matrizen eingedrückt werden. – Bei einer Neukonstruktion der Mergenthaler Linotype Company, New York, dem Modell „Elektron“*) wurde daher der Geschwindigkeitsfaktor durch ein hydraulisch betätigtes Ausschließgestänge eliminiert. –

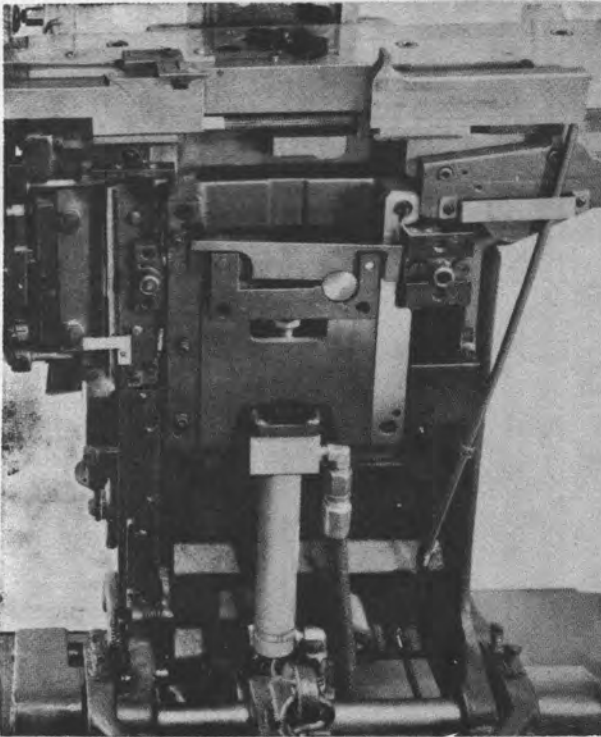


Abb. 120

Das Ausschließgestänge der Linotype-Setzmaschine Elektron wird elektro-hydraulisch betätigt. Über einen hydraulisch betätigten Kolben wird das Ausschließgestänge unabhängig von der Maschinengeschwindigkeit gleichmäßig angehoben.

Sonst ist für die Erscheinung des Spießens die beim Ausschließen auftretende Kraft P_A von sekundärer Bedeutung. Die Hauptursache scheint bei einer Beschädigung der Matrizen in der Höhe der Prägebilder zu liegen, deren Ursache jedoch außerhalb des Gießaggregates zu suchen ist.

*) Lit. 66

D. 3. 6 Verlauf der Ausschließkraft bei Schnellausschließen

An vielen Zeilensetz- und Gießmaschinen befinden sich Schnellausschließer, mit denen sich Satzarbeiten beschleunigen lassen. So ersparen die Schnellausschließer dem Setzer das Füllen von Ausgangszeilen mit Ausschlußmatrizen und Spatienkeilen. Sie ermöglichen es ihm ferner, Matrizenzeilen, z. B. einzelne Wörter oder Ziffern, auf Mitte, nach rechts oder nach links im Format zu stellen. Bei Linotype-Setzmaschinen werden einmal eine ältere Ausführung, die rein mechanisch arbeitet*) (Schema, Abb. 123, S. 170) und eine auf elektro-hydraulischer Basis arbeitende Ausführung**) (Schema, Abb. 124, S. 171) angewendet.

Für Betrieb mit dem Schnellausschließer gelten für den Gießvorgang die gleichen Voraussetzungen, wie für das Ausschließen der Matrizenzeile durch die Spatienkeile, nur daß hier die zum fugendichten Aneinanderpressen der Matrizen erforderliche Kraft nicht von den Keilen, sondern als Backenkraft von dem Schnellausschließer selbst aufgebracht werden muß. Die charakteristischen Kurven des Verlaufs der Ausschließkraft — sie wurden mit den gleichen unter D. 3. 4 beschriebenen Versuchsaufbau und Versuchsbedingungen ermittelt — unterscheiden sich von denen, die mit Ausschluß durch Keile erhalten wurden.

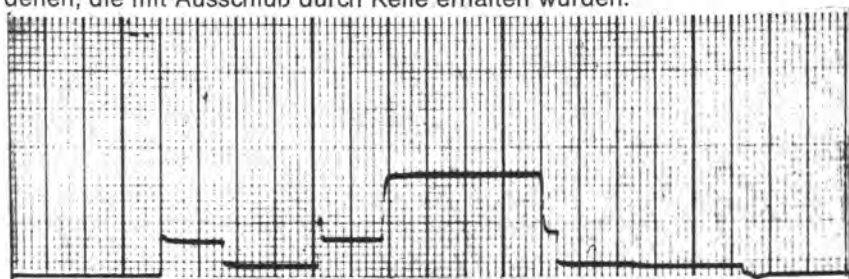


Abb. 121 Verlauf der Ausschließkraft bei dem mechanisch arbeitenden Schnellausschließer „Autocentric“
Gießgeschwindigkeit 8 Zeilen/min
Verstärkung der Meßbrücke 10-7
 $v_{\text{papier}} = 20 \text{ mm/sec}$

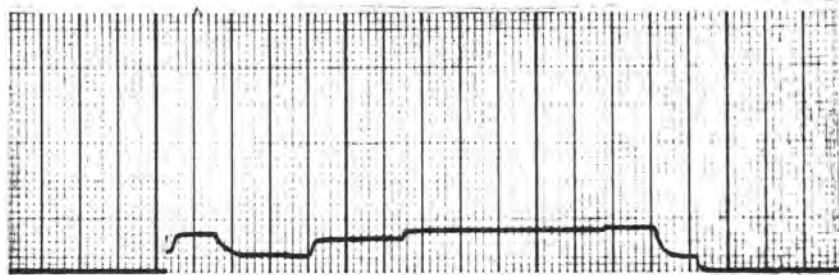


Abb. 122 Verlauf der Ausschließkraft bei dem hydraulisch arbeitenden Schnellausschließer „Hydrocentric“
Gießgeschwindigkeit 8 Zeilen/min
Verstärkung der Meßbrücke 10-7
 $v_{\text{papier}} = 20 \text{ mm/sec}$

*) Lit. 67

**) Lit. 68

Schema des mechanisch arbeitenden Schnellausschließers "Autocentric"

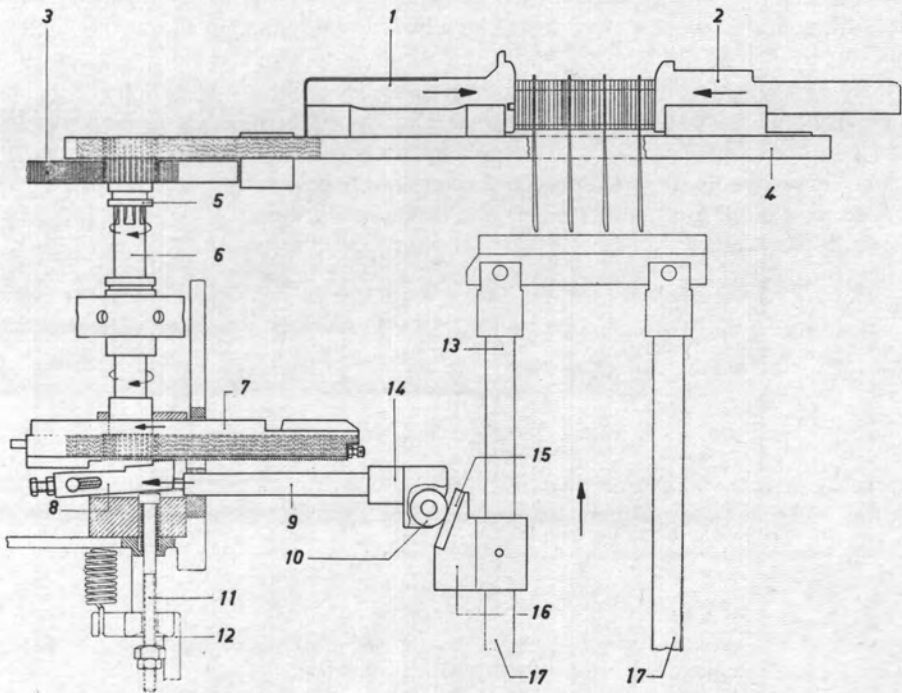


Abb. 123

- 1 linke Schraubstockbacke
- 2 rechte Schraubstockbacke
- 3 linke Zahnstange
- 4 rechte Zahnstange
- 5 Kupplungsritzel
- 6 Steuerwelle
- 7 Zahnstange
- 8 Sperrklinke
- 9 Druckbolzen

- 10 Rolle
- 11 Sperrbolzen
- 12 Ausschließstange
- 13 Justierstange
- 14 Rollenkörper
- 15 Kurvenstück
- 16 Kurvenkörper
- 17 Ausschließgestänge

Schema des hydraulisch arbeitenden Schnellausschließers "Hydrocentric"

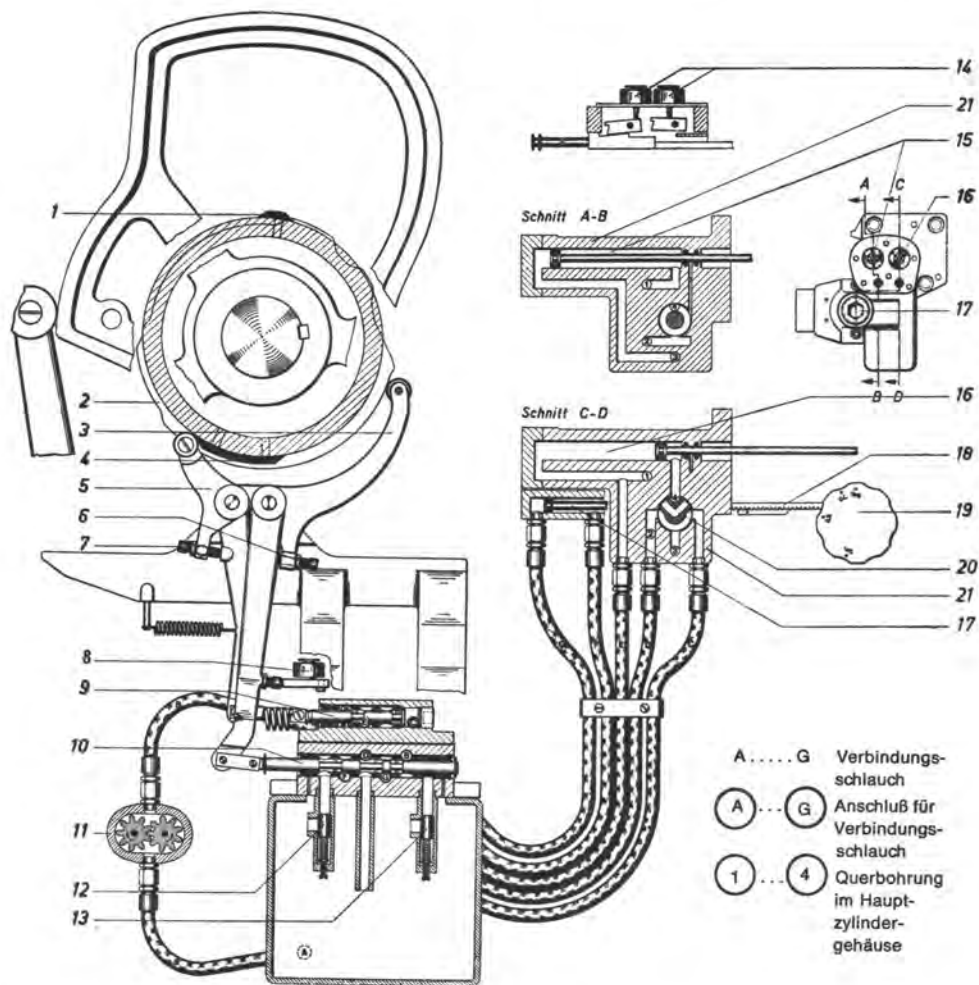


Abb. 124

- | | | |
|---|--|---|
| 1 Kurzes Kurvenstück für Zusatzsteuerschieber | 7 Einstellschraube | 16 Zylinder mit Kolben für rechte Schraubstockbacke |
| 2 Kurvenring für Hauptsteuerschieber | 8 Freigabemagnet | 17 Wählzylinder mit Kolben |
| 3 Rollenhebel für Hauptsteuerschieber | 9 Zusatzsteuerschieber | 18 Wählzahnstange |
| 4 Langes Kurvenstück für Zusatzsteuerschieber | 10 Hauptsteuerschieber | 19 Drehgriff |
| 5 Rollenhebel für Zusatzsteuerschieber | 11 Zahnradpumpe | 20 Wählventil |
| 6 Einstellschraube für Zusatzsteuerschieber | 12 Hochdruckventil | 21 Hauptzylindergehäuse |
| | 13 Niederdruckventil | |
| | 14 Wählmagnete | |
| | 15 Zylinder mit Kolben für linke Schraubstockbacke | |

Aus diesen Kurven folgt, daß der hydraulische Vorgang gegenüber dem mechanischen ruhiger und ausgeglichener verläuft. Im Gegensatz zu dem mechanischen Ablauf gilt, daß er unabhängig von der Maschinenlaufgeschwindigkeit ist.

D. 4 Ermittlung der Anpreßkraft des Gießmundes auf die Gießform

Beim Gießprozeß wird der Schließdruck zwischen Matrizenzeile und Gießform sowie zwischen Gießform und Gießmund von der Gießtopfkurvenscheibe über den Gießtopfrollenhebel und Gießaggregat aufgebracht (Abb. 125, S. 173). Wie unter D.3.1 erwähnt und aus dem unter D.3.5 (Abb. 115, S. 162) dargestellten Meßschrieb ersichtlich, kommt der Anpreßkraft des Gießmundes P_G für die Abdichtung während des Gießprozesses, insbesondere auch für den Ausschließvorgang, als Einflußgröße eine Bedeutung zu, zu deren Ermittlung dem Verfasser der rechnerische Weg am geeignetsten erschien.

D. 4. 1 Rechnungsgang

Über den Federweg f_F der Feder F am Gießtopfrollenhebel, der relativ einfach zu bestimmen ist – er dient als Einstellmaß – läßt sich ein Ansatz zur Ermittlung der Anpreßkraft finden.

Es ist:

$$P_F = c_F \cdot f_F$$

$$(1) \quad P_F = \text{Federkraft (kg)}$$

$$c_F = \text{Federkonstante}$$

$$P_{HV} = \frac{l_H \cdot P_F}{l_2}$$

$$(2) \quad f_F = \text{Federweg (mm)}$$

$$P_{HV} = \text{Kraft vertikal zum Rollenhebel (kg)}$$

$$P_{HV} = \frac{l_H \cdot c_F \cdot f_F}{l_2}$$

$$(3) \quad l_H = \text{Länge des Gießtopfrollenhebels (mm)}$$

$$l_2 = \text{Abstand zwischen Rolle und Lager am Gießtopfrollenhebel (mm)}$$

Im Augenblick des Gießvorganges wirken auf den Gießtopf durch die Kurvenscheibe das anpressende Moment M_{GA} und durch die Kolbenkraft und das Eigengewicht des Gießtopfes die abdrehenden Momente M_{GP} und M_{GG} :

$$P_A = \frac{P_{HV}}{\cos \alpha}$$

$$(4) \quad M_{GA} = \text{Anpressendes Moment am Gießaggregat (N·m kg)}$$

$$M_{GA} = P_R \cdot l_3$$

$$(5) \quad M_{GP} = \text{Abdrehendes Moment am Gießaggregat durch die Kolbenkraft (mm kg)}$$

$$M_{GA} = \frac{l_H \cdot c_F \cdot f_F \cdot l_3}{l_2 \cdot \cos \alpha}$$

$$(6) \quad M_{GG} = \text{Abdrehendes Moment durch das Gewicht des Gießaggregates (mm kg)}$$

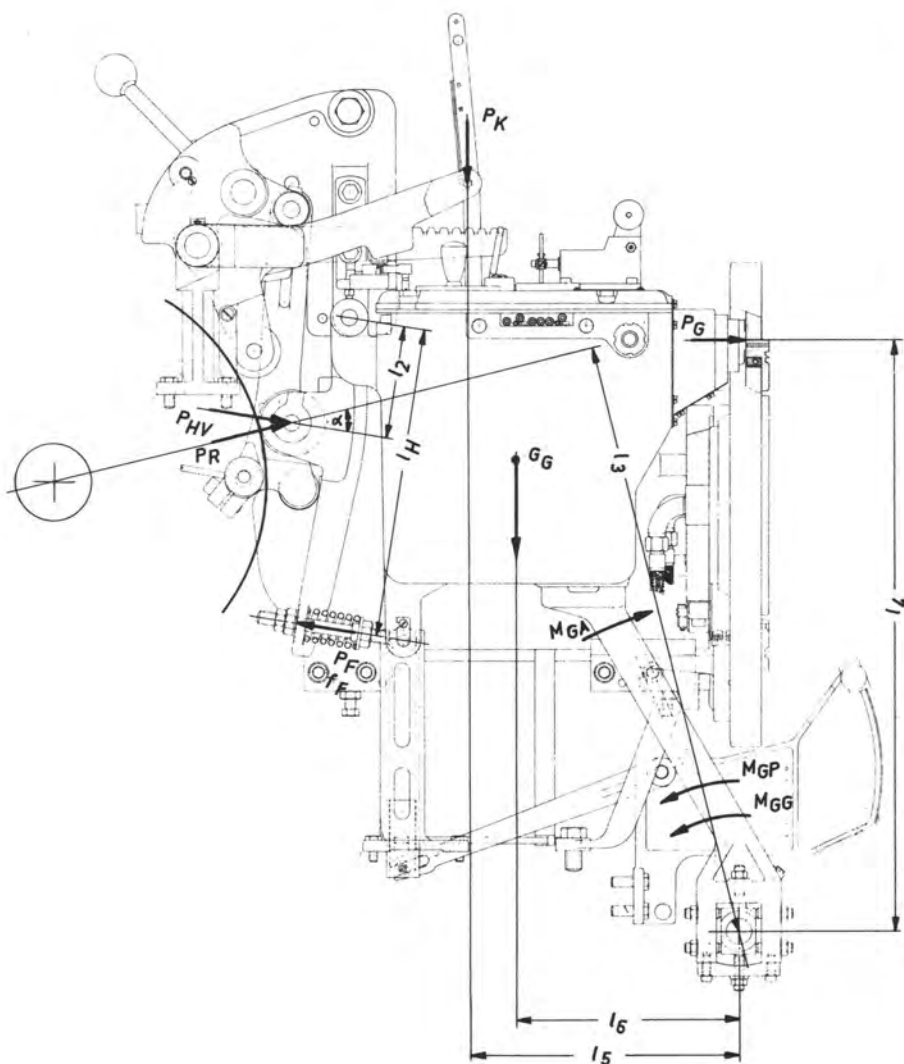
$$M_{GP} = P_K \cdot l_5$$

$$(7) \quad \alpha = \text{Winkel zwischen } P_R \text{ und } P_{HV} (^{\circ})$$

$$M_{GG} = G_G \cdot l_6$$

$$(8) \quad P_R = \text{Kraft auf Rollenhebel (kg)}$$

$$l_3 = \text{Hebelarm für } P_R \text{ (mm)}$$



**Kräfte beim Anpreß-
vorgang des Gießtopfes**

Abb. 125

Die Kraft am Gießmund wird dann:

$$P_G = \frac{1}{l_4} \cdot (M_{GA} - M_{GP} - M_{GG})$$

P_K = Kraft am Pumpenkolben (kg)

l_5 = Hebelarm für P_K (mm)

G_G = Gewicht des Gieß-
aggregates (kg)

(9) l_6 = Hebelarm für G_G (mm)

P_G = Kraft am Gießmund (kg)

l_4 = Hebelarm für P_G (mm)

$$P_G = \frac{1}{l_4} \left(\frac{l_H \cdot l_3 \cdot c_F \cdot f_F}{l_2 \cdot \cos \alpha} - P_K \cdot l_5 - G_G \cdot l_6 \right) \quad (10)$$

Tab. 10 Konstruktionsmaße für 28- und 42-Cicero-Maschinen

	bei 28-Cicero-Maschinen (mm)	bei 42-Cicero-Maschinen (mm)
l_H	296,1	296,1
l_2	106,9	106,9
l_3	504	504
l_4	489,7	489,7
l_5	257	257
l_6	214	214
α	22°	22°

Unter Einbeziehung der konstruktiv gegebenen Werte für beide Maschinenarten nach Tabelle 10 und des für beide Maschinenarten gleichen Gewichtes $G_G = 85$ kg für das gefüllte Gießaggregat — Das Gewicht wurde durch Auswiegen bestimmt. Es ist bezogen auf den Bleispiegel $H_{Bl} = 65$ mm und schließt das Gewicht des Pumpenkolbens nicht ein — ergibt sich dann für 28-Cicero-Linotype-Zeilensetz- und Gießmaschinen:

$$P_G \sim 46 \cdot f_F - 0,53 \cdot P_K - 37 \text{ (kg)} \quad (11)$$

für die 42-Cicero-Maschinen ist:

$$P_G \sim 69 \cdot f_F - 0,46 \cdot P_K - 33 \text{ (kg)} \quad (12)$$

Bei vorschriftsmäßig eingestellter Druckfeder F am Pumpenrollenhebel beträgt der Federweg beim Gießvorgang bei 28-Cicero-Maschinen $f_F = 8,1$ mm und bei 42-Cicero-Maschinen $f_F = 6,9$ mm. Analog der Gleichung (26) auf Seite 114 ist unter Berücksichtigung der beiden Pumpenfedern, deren Verstellmöglichkeit und der dazugehörigen Hebelverhältnisse (vgl. S. 114 und S. 115) bei Verwendung der Feder A während des Einspritzvorgangs die maximale Kolbenkraft mit $P_{K_{\max}} = 81$ kg und die minimale Kolbenkraft mit $P_{K_{\min}} = 47$ kg einzusetzen. Bei Verwendung der

Feder B wird $P_{K\max} = 50 \text{ kg}$ und $P_{K\min} = 31 \text{ kg}$. Zur Berechnung des Schließdruckes

$$p_G = \frac{P_G}{F_G} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (13)$$

ist die Dichtungsfläche zwischen Gießmund und Gießform, F_G , für den ungünstigsten Fall, d. h. für den Guß eines Kegels von 36 Punkt zu betrachten.

So beträgt für 28-Cicero-Maschinen $F_G = 26,9 \text{ cm}^2$ und für 42-Cicero-Maschinen $F_G = 36,6 \text{ cm}^2$. Bei Einsetzen der Werte in die Gleichungen (11), (12) und (13) erhält man die in der Tabelle 11 zusammengestellten Ergebnisse:

Tab. 11 Rechnerische Werte für Anpreßkraft und Schließdruck

Maschine	Pumpen- feder	Anpreßkraft P_G (kg)	Schließdruck p_G (kg/cm ²)	Abfall von P_G durch Kolben- kraft P_K (%)
28 Cicero	A	min. 293	10,9	12,8
		max. 311	11,5	7,5
	B	min. 310	11,5	7,8
		max. 319	11,8	5,1
42 Cicero	A	min. 406	11,1	8,4
		max. 421	11,5	4,9
	B	min. 420	11,5	5,1
		max. 429	11,7	3,2

In der letzten Spalte ist der prozentuale Anteil der Abnahme der Anpreßkraft P_G durch die Kolbenkraft P_K – also des zweiten Gliedes der Gleichung (10) (S. 174) im Verhältnis zum ersten und dritten Glied – aufgeführt.

D. 4. 2 Diskussion des Ergebnisses

Aus der Gleichung (10) ist zu entnehmen, daß bei der an der Zeilensetz- und Gießmaschine gegebenen konstruktiven Auslegung die Anpreßkraft am Gießmund P_G

im wesentlichen vom Federweg f_F und der Federkonstanten c_F der Feder am Gießtopfhebel abhängt. Eine Abnahme der Anpreßkraft tritt durch das rückstellende Moment infolge des Gießaggregatgewichtes G_G und während des Einspritzvorganges durch das durch die Kolbenkraft P_K bedingte rückstellende Moment auf.

Aus den Werten der Tabelle 11 auf Seite 175 geht hervor, daß die Anpreßkraft bei 42-Cicero-Maschinen höher liegt als bei 28-Cicero-Maschinen. Durch die größere Anlagefläche bei 42-Cicero-Maschinen sind jedoch die Schließdrücke für beide Maschinenarten gleich. Aus der Tabelle 11 ist weiter zu ersehen, daß der Einfluß des zweiten Gliedes der Gleichung (10), nämlich die Abnahme der Anpreßkraft P_G , infolge des Wirkens der Kolbenkraft P_K minimal ist. Zu erkennen ist auch, daß die Abnahme bei 42-Cicero-Maschinen auf Grund der konstruktiven Gegebenheiten geringer ist als bei 28-Cicero-Maschinen.

D. 4. 3 Meßtechnische Überprüfung der Abnahme der Anpreßkraft während des Einspritzvorganges

Da die Kolbenkraft P_K , wie die Ergebnisse der Messungen unter D. 3. 5 zeigen, selbst von mehreren Einflußgrößen abhängig ist, erschien eine meßtechnische Überprüfung des Gliedes, das den Einfluß der Kolbenkraft P_K auf die Anpreßkraft P_G wiedergibt, für angebracht. Die Überprüfung bezog sich auf die Messung des Verlaufs der Auflagerkraft P_{Al} am linken Bajonettverschluß, die sich meßtechnisch relativ einfach erfassen läßt. Da der Schraubstock beim Gießvorgang als Widerlager für das vom Gießmund angepreßte Gießrad mit Gießform und für den I. Elevator mit der Matrizenzeile dient, ist die Auflagerkraft P_{Al} am linken Bajonettverschluß, wie auch aus der Abbildung 126, Seite 177, zu ersehen ist, der Anpreßkraft am Gießmund P_G direkt proportional.

D. 4. 3. 1 Versuchsaufbau und -durchführung

Der Versuch wurde an der Linotype-Setzmaschine Modell 5c Quick Nr. 14519 durchgeführt. Meßverfahren und Meßgeräte entsprachen den unter D. 2. 1, D. 2. 1. 1 und D. 2. 1. 2 beschriebenen. Zur Messung der Auflagerkraft P_{Al} , die der Dehnung des linken Bajonettverschlusses, der den Schraubstock mit dem linken Lagerarm formschlüssig verbindet, proportional ist, wurde auf diesem in dessen Längsrichtung ein aktiver Dehnungsmeßstreifen und quer auf dem Auge des linken Lagerarms, das den Bajonettverschluß aufnimmt, ein Temperaturkompensationsstreifen aufgebracht. Die Anordnung der Dehnungsmeßstreifen ist in der Skizze Abbildung 126 auf Seite 177 wiedergegeben. — Als Dehnungsmeßstreifen wurden Hottinger-Streifen SR 46/120 FB1 und als Kleber das Produkt X 60 dieser Firma verwendet. —

Die Bedingungen für die Maschine wurden für den Versuch konstant gehalten; sie waren im einzelnen:

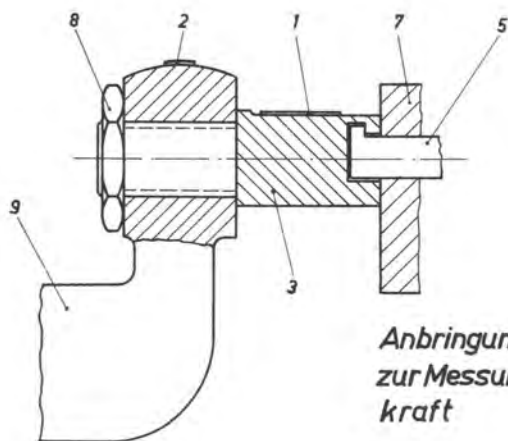
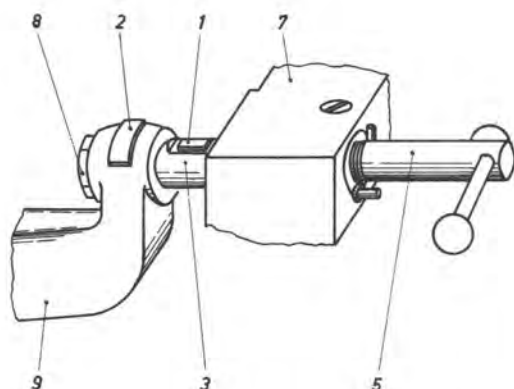
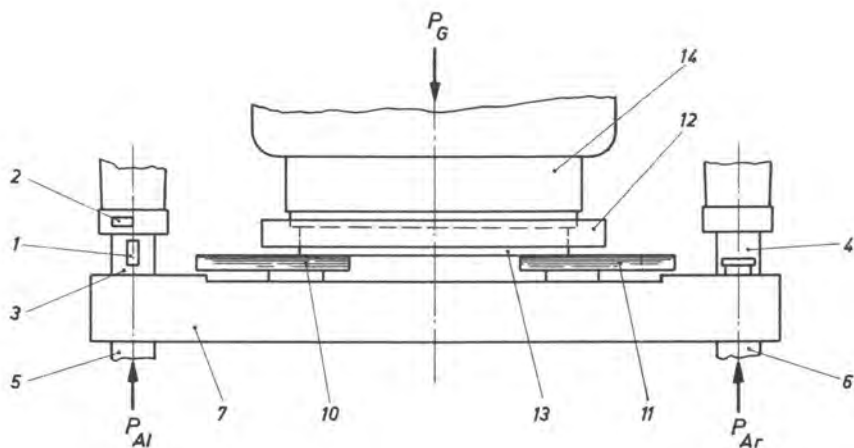


Abb. 126

P_G = Anpreßkraft am Gießmund

P_{Al} = Auflagerkraft, links

P_{Ar} = Auflagerkraft, rechts

1 Dehnungsmeßstreifen (aktiv)

2 Dehnungsmeßstreifen (Temperaturausgleich)

3 linker Bajonettverschluß

4 rechter Bajonettverschluß

5 linker Bajonettverschlußzapfen

6 rechter Bajonettverschlußzapfen

7 Schraubstockkappe

8 Kontermutter für Bajonettverschluß

9 linker Lagerarm

10 linke Schraubstockbacke

11 rechte Schraubstockbacke

12 Gießrad

13 Gießform

14 Gießaggregat

Anbringung der Dehnungsmeßstreifen zur Messung des Verlaufs der Auflagerkraft

Schriftmetall
 Kesseltemperatur
 Gießmündoberflächentemperatur
 Höhe des Bleispiegels
 Kühlwasserdurchlauf
 Gießgeschwindigkeit
 Betrieb mit Schnellfallklinke
 Pumpenfeder

Legierung 7/12
 300 °C
 270 °C
 65 mm
 100 l/h
 8 Zeilen/min
 Ausführung A

D. 4. 3. 2 Versuchsergebnisse und Diskussion

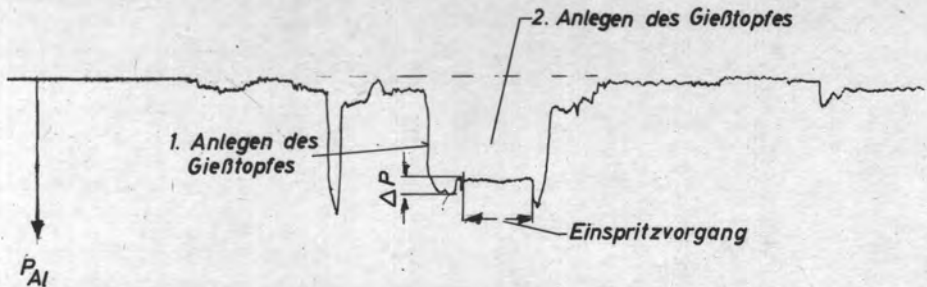


Abb. 127 Verlauf der Auflagerkraft P_{AI} (proportional der Kraft am Gießmund P_G)
 Verstärkung der Meßbrücke 100–10
 $v_{\text{papier}} = 20 \text{ mm/sec}$

Aus dem in Abbildung 127 dargestellten Meßschrieb geht der Verlauf der Auflagerkraft P_{AI} am linken Bajonettverschluß hervor. Es sind für den Gießvorgang wesentliche Einzelheiten, so daß erste und zweite Anlegen des Gießtopfes zu erkennen. Der Abfall der Anpreßkraft P_G auf Grund der beim Einspritzvorgang wirkenden Kolbenkraft P_K läßt sich tatsächlich durch den Abfall der Auflagerkraft P_{AI} im Bereich des zweiten Anlegens des Gießtopfes meßtechnisch nachweisen. Der Abfall beträgt im Meßschrieb 11% und liegt damit in dem für die Verwendung der Pumpenfeder A errechneten Bereich von 5,1% bis 12,8%.

E. Geometrische Einflußgrößen bei der Weiterverarbeitung der Setzmaschinenzeile

Unter dem Begriff der geometrischen Einflußgrößen wurden die Faktoren zusammengefaßt, die, obwohl herstellungsbedingt, auf den Prozeß der Weiterverarbeitung der Setzmaschinenzeile von Einfluß sind. So hängt die Wirtschaftlichkeit des Verarbeitungsvorganges sowie die Qualität des Druckproduktes weitgehend von der Maßhaltigkeit der Zeile und der Oberflächengüte des Schriftbildes derselben ab.

E. 1 Schrifthöhe, Kegelstärke und Format

Wie aus Abbildung 8, Seite 16, ersichtlich, werden die Abmessungen der Setzmaschinenzeile durch Schrifthöhe, Kegelstärke und Format bestimmt. Für die Schrifthöhe sind die Gießformhöhe (vgl. Abb. 102, Seite 145) und die Prägetiefe der Matrizen*) (vergl. Abb. 5, Seite 13) maßgebend.

Leider gibt es keine einheitlich festgelegte Schrifthöhe. Sie ist nach Maßsystem wie auch nach Land verschieden. Daneben finden sich in manchen Druckereien noch besondere Haushöhen. Die Maße der wichtigsten Schrifthöhen sind in der Tabelle 12 zusammengefaßt.

Tab. 12 Zusammenstellung der wichtigsten Schrifthöhen

Schrifthöhe	Punkt	mm
Deutsche Normalhöhe	62 ² / ₃	23,567
Belgische und österreichische Höhe	63	23,69
Holländische Höhe	66,07	24,85
Leipziger Höhe oder deutsche Höhe	66	24,82
Russische Höhe	66 ³ / ₄	25,10
Englisch-amerikanische Höhe (0,918 Zoll)	62	23,32

Im Gegensatz zu dem in der Technik sonst üblichen Verfahren wird die Schrifthöhe ohne Toleranzen angegeben. Das hat allerdings nicht den Grund darin, daß die Herstellung einer in der Schrifthöhe toleranzlosen Zeile möglich wäre, sondern darin, daß noch keine — von einigen Angaben aus der Praxis abgesehen — brauchbaren Werte über die Auswirkung von Abweichungen bei der Herstellung der Zeile und bei der Weiterverarbeitung beim direkten Verdrucken, Matern oder Abziehen vorliegen, die es gestatten würden, allgemein verbindliche Toleranzen für die Schrifthöhe festzulegen.

*) Die Prägetiefe der Matrizen, die von der Firma Linotype GmbH, Frankfurt und Berlin, und von der Firma Mergenthaler Linotype Company, New York, hergestellt werden, beträgt 1,09 mm, sie werden mit einer Gießformhöhe von 22,50 mm verwendet. Abweichend hiervon ist die Prägetiefe von 1,90 mm der von der Fa. Linotype and Machinery, London, hergestellten Matrizen.

Wie schon dargelegt, ist für die Weiterverarbeitung des Satzes besonders das exakte Einhalten der Schrifthöhe und der Kegelstärke der Setzmaschinenzeile von Wichtigkeit. So ergeben Abweichungen in der Schrifthöhe – durch Beschnittfehler oder Zeilenverkrümmung – ungleichen Druckausfall, sie bedingen sowohl beim direkten Verdrucken der Zeilen wie auch beim Rotationsdruck über von Matrern gegossene Platten oftmals erhebliche Zurichtungszeiten für die Druckmaschine, die wirtschaftlich nicht tragbar sind. Nach Rombach*) liegt die Grenze für eine Beeinträchtigung durch ungleiche Schrifthöhe beim Qualitätsdruck bei einer Abweichung von $40\text{ }\mu\text{m}$, im Normalfall dürfte sie bei $60\text{ }\mu\text{m}$ liegen. Abweichungen im Kegel der Zeile machen sich als stürzender, konischer Satz und schiefer Satz bemerkbar. – Die Abbildungen 128, 129a und 129b geben die am häufigsten beim Zeilenguß auftretenden Abweichungen von der exakten geometrischen Form der Zeile wieder:

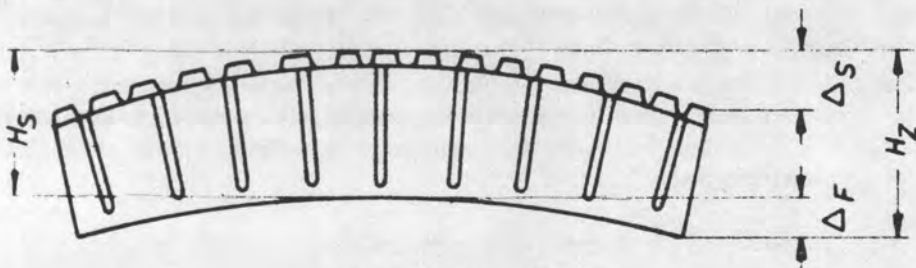


Abb. 128 Verkrümmung der Zeile

H_Z = Zeilenhöhe
 H_S = Schrifthöhe
 $H_Z \rightarrow H_S$

Δ_S = Krümmung am Schriftbild (Bogenhöhe)
 Δ_F = Krümmung am Fuß (Bogenhöhe)
 $\Delta_S > \Delta_F$



Abb. 129a

Zeilenfuß stärker

Konischer Satz

als Kegelmaß K_Z der Zeile

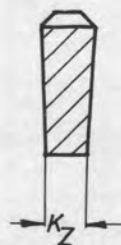


Abb. 129b

Zeilenfuß schwächer

Die Abweichungen von der exakten Schrifthöhe H_S sind einerseits auf Fertigungsabweichungen der Gießformhöhe und der Prägetiefe der Matrizen**) zurückzuführen

*) Lit. 69

) Eine Eliminierung der Effekte der Fertigungstoleranzen der Prägetiefe der Matrizen bringt das Matrizentiefverfahren*. Mit diesem Verfahren, bei dem die Matrizenstirnseite sowohl wie die Rückseite in Abhängigkeit von der Prägetiefe gefertigt werden, soll es möglich sein, Abweichungen in der Prägetiefe weitgehend zu vermeiden.

***) Lit. 72

ren, andererseits darauf, daß die Erstarrung der Zeile und das Schwinden nicht gleichmäßig vor sich gehen. Da der Beschnitt durch das Fußmesser kurz nach dem Guß erfolgt, geht der Schwindprozeß weiter, bis die Zeile Raumtemperatur angenommen hat. Somit treten hier auch die Gießformtemperatur, die Temperatur der Schmelze im Zeitpunkt des Gusses und die Abkühlgeschwindigkeit bis zum und nach dem Beschnittvorgang als Einflußgrößen auf.

Beim Erstarrungsprozeß erfährt die Setzmaschinenzeile in der Gießform eine Verkrümmung. Sie ist hier definiert als Zeilenhöhe H_z im Gegensatz zur Schrifthöhe H_s . Die Unterseite der Zeile ist in der Regel schwächer gekrümmt als die Oberseite (vgl. Abb. 128, S. 180). Inwieweit die Krümmung Δ_F am Fuß der Zeile und damit die Krümmung am Schriftbild Δ_S beim direkten Verdrucken des Satzes in der Druckmaschine eliminiert wird, ist noch nicht geklärt. Andererseits ist bekannt, daß die Verkrümmung der Zeile sich durch entsprechende Gestaltung der Gießform zum Guß der Zeile beeinflussen läßt. Eine weitgehende Unterdrückung der Verkrümmung läßt sich nach Debus*) durch eine am Fuß beim Guß mit der Gießform verzahnte Zeile, wobei die Verzahnungsfläche etwa der mit der Matrizenzeile verzahnten Fläche entspricht, erreichen. Zwei solcher Zeilen mit unterschiedlicher Verzahnung sind unter 2. in Abbildung 130 auf Seite 182 zu sehen.

Ein ähnlicher Effekt, wenn für größere Kegel oft auch nicht ganz so ausgeprägt, ist mit der unter 3. abgebildeten Spargußzeile zu erzielen. Naturgemäß haben Zeilen ohne Rippen — sog. Parallelzeilen — die oft in Verbindung mit Monotype- oder Handsatz verdruckt werden, die größte Verkrümmung und damit auch die größte Abweichung von der exakten Schrifthöhe.

Neben der Beeinflussung der Zeile durch hierfür aufeinander abgestimmte Gestalt von Gießform und Zeile müßte sich die Verkrümmung der Zeile durch Steuern der thermischen Verhältnisse beim Erstarren und Schwinden verringern lassen. Versuche des Verfassers hierzu brachten erst Ansätze, aber noch keine Ergebnisse.

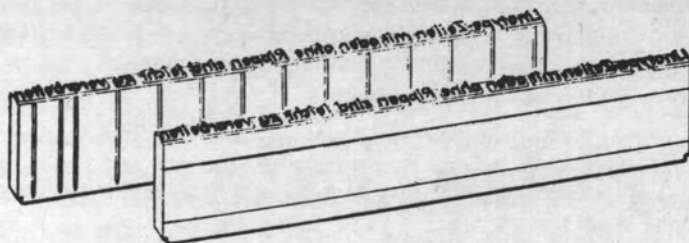
Ebenfalls schwerwiegend für die Weiterverarbeitung sind Abweichungen in der Kegelstärke bei schiefem Beschnitt der Zeile, weil hier durch die Summierung — bei der Zusammenstellung der Zeilen zu Spalten — relativ schnell Werte erreicht werden, die beim Umbruch störend zutage treten. Abweichungen im Format sind abgesehen von Sonderfällen, wie zum Beispiel der auf der Zeilensetz- und Gießmaschine produzierten Hohlstege, die als Füllmaterial dienen, nicht so gravierend, da sie relativ leicht bei Schließen des Satzes in der Druckform durch beigelegte Kartonstreifen ausgeglichen werden können.

E. 1.1 Meßtechnische Überprüfung der Verkrümmung der Zeile

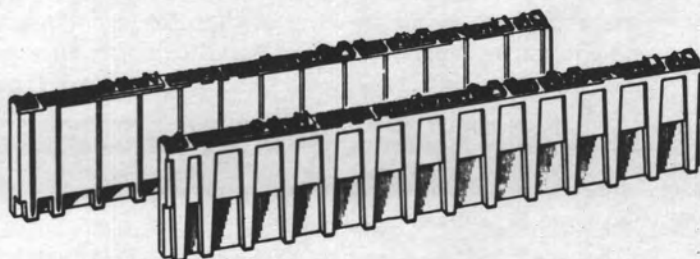
Da die Verkrümmung der Zeile außerordentlich stark von der Art der Gießform abhängig ist, sollten für die vorliegende Arbeit die unterschiedlichen Verkrümmungen der Zeilen aus zwei verschieden ausgelegten Gießformen demonstriert werden.

*) LIL 71

Setzmaschinenzeilen



1. Zeile mit Rippen und Parallelzeile



2. Zeile mit Rippen und Fußverzahnung und Parallelzeile mit durchgehender Kopfleiste und Fußverzahnung



3. Spargußzeile für Großkegelschriften

Abb. 130

E. 1. 1. 1 Versuchsaufbau und -durchführung

Der Versuch wurde an der Linotype-Setzmaschine Modell 542 Nr. 14928 durchgeführt. Dieses Modell wurde gewählt, weil es mit dieser Maschine möglich ist, das maximale Format von 42 Cicero zu gießen und anzunehmen war, daß bei diesem Format Verkrümmungen der Zeile in extremem Maße auftreten.

Die Bedingungen für die Maschine wurden für den Versuch konstant gehalten, sie waren im einzelnen:

Format der Zeile	42 Cicero
Kegel der Zeile	10 Punkt
Schriftmetall	Legierung 7/12
Kesseltemperatur	300 °C
Gießmundoberflächentemperatur	270 °C
Höhe des Bleispiegels	65 mm
Kühlwasserdurchlauf	100 l/h
Gießgeschwindigkeit	8 Zeilen/min
Betrieb mit Schnellfallklinke	

Verwendet wurde einmal eine normale Rippengießform zur Herstellung einer Zeile nach Abbildung 130/1, Seite 182, und eine Spargießform zur Herstellung einer Zeile nach Abbildung 130/3, Seite 182. Mit jeder wurden mit der gleichen Matrizenzeile 15 Abgüsse ausgeführt, wobei der erste Guß immer in die auf Kühlwassertemperatur abgekühlte Gießform erfolgte. Zur Auswertung wurde für die 10. Zeile jeder der beiden Versuchsreihen die Abweichungen vom Sollmaß H_s gemessen, wobei über die Breite der Zeile die Messung jeweils über jeder Beschneiderrippe erfolgte. Als Meßgerät wurde hierzu ein Feinmeßgerät mit Meßuhr (Mahr-Millimeß) der Firma Paul Kienzle, Stuttgart-Bad Cannstadt eingesetzt.

E. 1. 1. 2 Versuchsergebnis und Diskussion

Im Diagramm Abbildung 131 auf Seite 184 sind die Meßergebnisse für die normale Rippenzeile und für die Spargußzeile zusammengestellt. Aus dem Diagramm geht hervor, daß die in der normalen Rippenform gegossene Zeile wesentlich stärker gekrümmt ist als die verzahnt gegossene Zeile, wobei besonders die Krümmung am Zeilenende in Erscheinung tritt.

E. 1. 2 Meßtechnische Überprüfung der Kegelstärke der Zeilen

Aus der Veränderung der leicht meßbaren Kegelstärke mit der Anzahl der Abgüsse gehen die Einflüsse von Formtemperatur, Gießtemperatur und dem von der Abkühlungsgeschwindigkeit abhängigen Schwinden hervor.

E. 1. 2. 1 Versuchsaufbau und -durchführung

Versuchsmaschine und -bedingungen waren die gleichen wie die unter E. 1. 1. 1 beschriebenen. Zum Versuch wurde mit einer auf Kühlwassertemperatur gebrachten normalen Rippengießform eine Matrizenzeile von 10 Punkt und 42 Cicero 25mal hintereinander abgegossen. Zur Auswertung wurde jeweils auf jeder Seite jeder Zeile die höchste beschnittene Rippe ermittelt und mittels eines Mikrometers mit Meßuhr der Firma Mahr gemessen.

Schrifthöhe (Verkrümmung der Zeilenoberfläche) = f(Gießformgestalt)

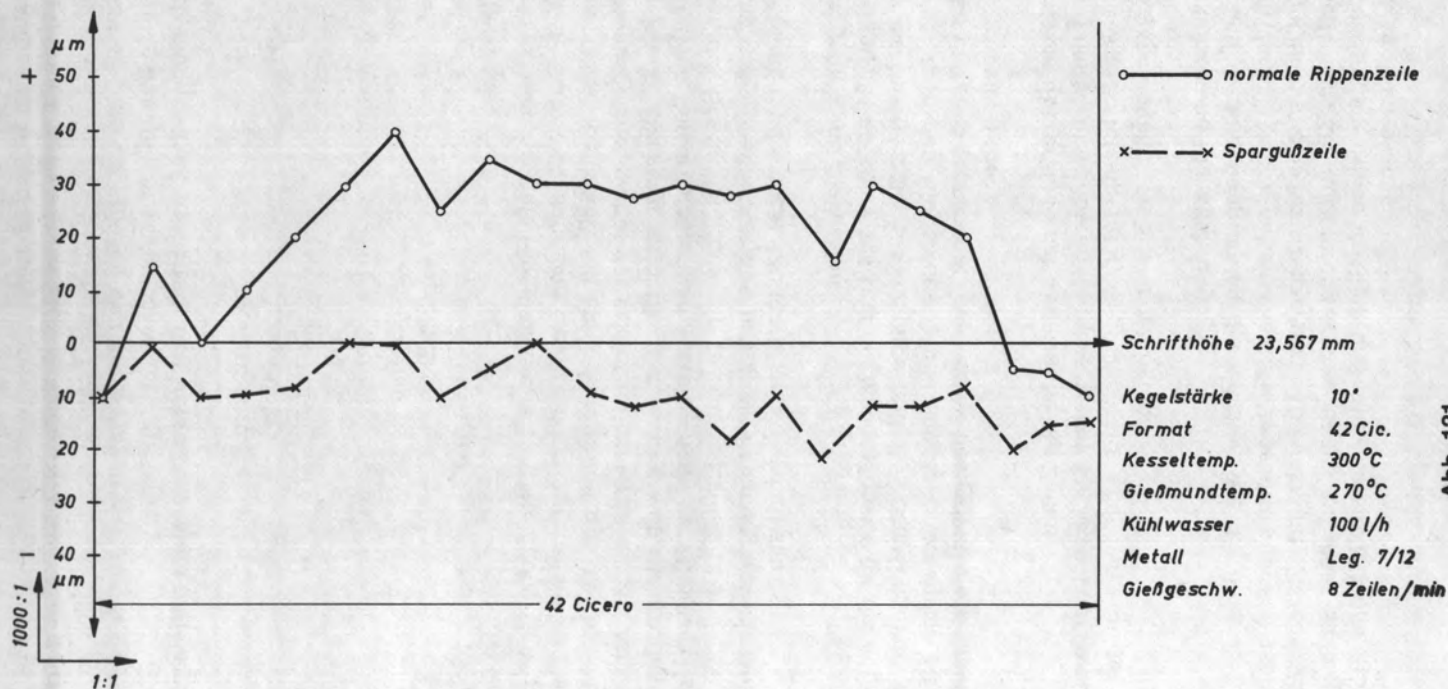
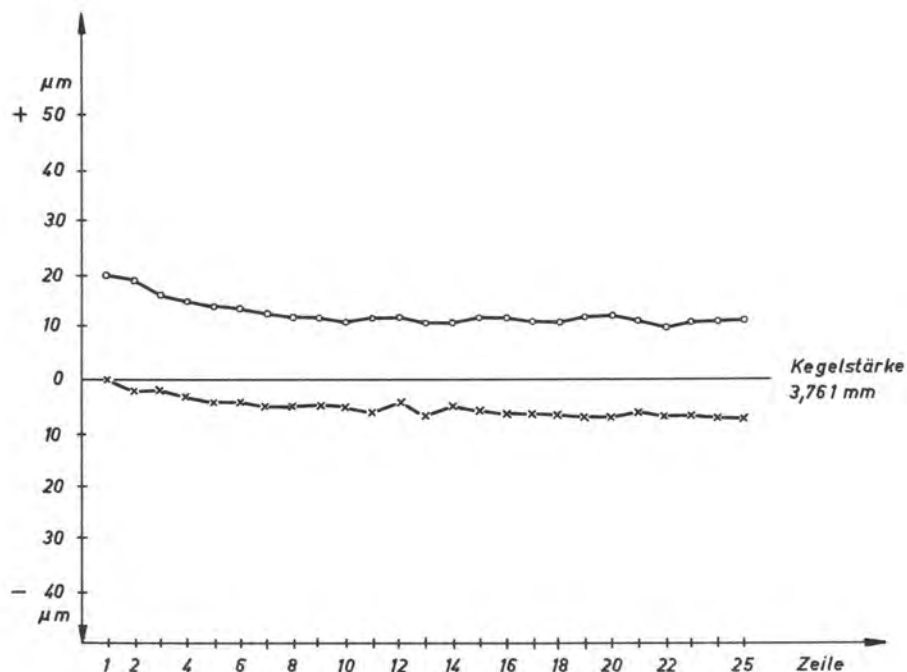


Abb. 131

Kegelstärke = f (fortlaufendem Guß)



○ — ○ höchste Stelle der beschnittenen Zeile, links auf dem Zeilenkörper.

x — x höchste Stelle der beschnittenen Zeile, rechts auf dem Zeilenkörper.

Kegelstärke	10° normale Rippenzeile
Format	42 Cic.
Kesseltemp.	300°C
Gießmundtemp.	270°C
Kühlwasser	100 l/h
Metall	Leg. 7/12
Gießgeschw.	8 Zeilen/min

Abb. 132

E. 1. 2. 2 Versuchsergebnis und Diskussion

Aus Diagramm Abbildung 132 auf Seite 185 gehen das Meßergebnis für den Verlauf der Kegelstärke bei fortlaufendem Guß hervor. Es zeigt sich, daß mit fortlaufendem Guß die Kegelstärke abnimmt, und zwar um etwa $10\text{ }\mu\text{m}$, bis sich in relativ kurzer Zeit etwa mit der 10. Zeile ein stationärer Zustand einstellt. Das ist für den Zeilenguß nicht unwesentlich, da hier im Gegensatz zu den normalen Druckgußverfahren auf das Einfahren beim Gußbeginn verzichtet werden muß, d. h. schon die erste gegossene Zeile muß den Anforderungen genügen, während es im anderen Falle oftmals erst von dem 30. oder 40. Gußstück verlangt wird.

Aus dem Diagramm geht weiter hervor, daß die im Versuch produzierten Zeilen über die Formatbreite um $20\text{ }\mu\text{m}$ schief beschnitten wurden, was auf ein nicht sachgemäß justiertes Seitenmesser im Messerblock schließen läßt.

E. 2 Schriftbild

Neben der Schrifthöhe ist vor allem die Qualität der Oberfläche des Buchstabenbildes der gegossenen Zeile, des Schriftbildes, von Wichtigkeit, kann doch die Oberfläche der gegossenen Zeile Fehler verschiedener Art aufweisen, die den Druckausfall negativ beeinflussen. Ein großer Teil dieser Fehler besitzt Charakteristika, nach denen eine Klassifizierung möglich ist: So zeigt in der Darstellung das „I“ in Abbildung 133 eine deutlich ausgeprägte Fließmarke.

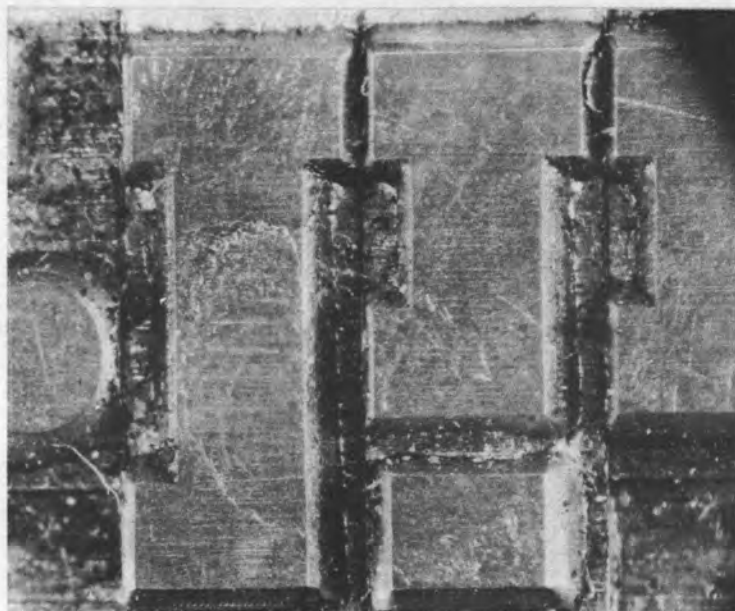


Abb. 133 Oberfläche einer Großkegelzeile*)
(24 points Fette Egyptienne, Legierung 7/12, 11fache Vergrößerung)
Das „I“ zeigt im Grundstrich eine deutlich ausgeprägte Fließmarke

*) Die Stellung des Bildes entspricht der Lage der gegossenen Zeile in der Setzmaschine, und zwar in Gießposition.

Diese Fließmarken sind meist von stark eingefurchten Rändern begleitet, die sich beim Abdruck als nichtdruckend bemerkbar machen. Dem weiteren Vergleich dient die Abbildung 134. Hier weist das „u“ ebenfalls eine Fließmarke auf, die jedoch gegenüber der in Abbildung 133 nicht so stark hervortritt.

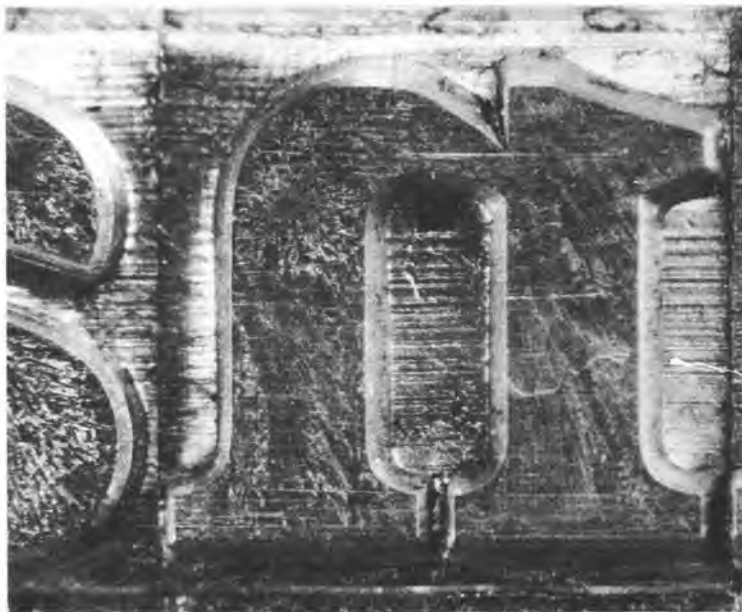


Abb. 134 Oberfläche einer Großkegelzeile (28 Punkt Fette Mediäval, Legierung 7/12, 11fache Vergrößerung)

Das „s“ in Bild 134 besitzt im Bogen eine strahlige Fläche, die erfahrungsgemäß im Druck wegen ihrer feinen Struktur – eine meßtechnische Erfassung wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht ausgeführt – kaum in Erscheinung tritt. Die Kanten des Buchstabens sind scharf ausgegossen. Die Wiedergabe des Schriftcharakters ist damit gewährleistet.

Nun ist bekannt, daß die Qualität der Oberfläche der Zeilen dadurch verbessert werden kann, daß man die gleiche Matrizenzeile mehrere Male hintereinander abgießt. Durch die Aufheizung der Matrizen können dann die charakteristischen Erscheinungen wie Fließmarken und strahlige Flächen weitgehend unterdrückt werden, wie Abbildung 135 (S. 188) beweist.

Wie zu sehen, ist die Oberfläche geschlossen und frei von den erwähnten Erscheinungen. Kleinere Mikroporositäten, die in der oberen Serife des „i“ und den „n“ zu erkennen sind – sie beruhen auf Lufteinschlüssen – sind für die weitere Verarbeitung ohne Bedeutung.

Angewandt auf die Zeilensetz- und Gießmaschine würden diese Erkenntnisse bedeuten, daß man zur Verbesserung des Gusses die Matrizen vor dem Guß aufheizen müßte.



Abb. 135 Fünfter Abguß einer Matrizenzeile (24 pts. Fette Egyptienne, Legierung 7/12, 13,5fache Vergrößerung)

Das ist eine an sich bekannte Maßnahme in der Massenfertigung des Druckgusses. Bei der gegenwärtigen konstruktiven Auslegung der Zeilensetz- und Gießmaschine ist jedoch die Einbeziehung eines Erwärmungsprozesses für die Matrizen kaum möglich.

E. 2.1 **Beeinflussung der Qualität des Schriftbildes**

Da der Weg der Aufheizung der Matrizenoberfläche beim heutigen technischen Stand der Zeilensetz- und Gießmaschine nicht gangbar ist, schien es dem Verfasser sinnvoll zu untersuchen, welchen Einfluß der Wärmeleitwert vom Matrizenwerkstoff oder anderer geeigneter Werkstoffe auf die Ausbildung der Oberflächenstruktur der gegossenen Zeile hat. — Der Wärmeübergang im Augenblick des Auftreffens des Metallstrahles hängt von der Wärmeübergangszahl und den Wärmeleitzahlen der Schmelze und des Matrizenwerkstoffes ab. — Das Vorhaben erschien schon daher interessant, da der gebräuchliche Werkstoff zur Herstellung der Matrizen (Ms 63 Pb) einen relativ hohen Wärmeleitwert besitzt.

E. 2.1.1 **Versuchsaufbau und -durchführung**

Weil die Ausbildung der Oberfläche auch vom Prägebild der Matrize (Fertigungsgüte) abhängt, wurde, um diesen Einfluß zu eliminieren, zum Versuch eine Hohlstege-Gießform verwendet, bei der auswechselbare Platten mit übereinstimmender Oberflächengüte die Rolle der Matrizen beim Guß übernehmen.

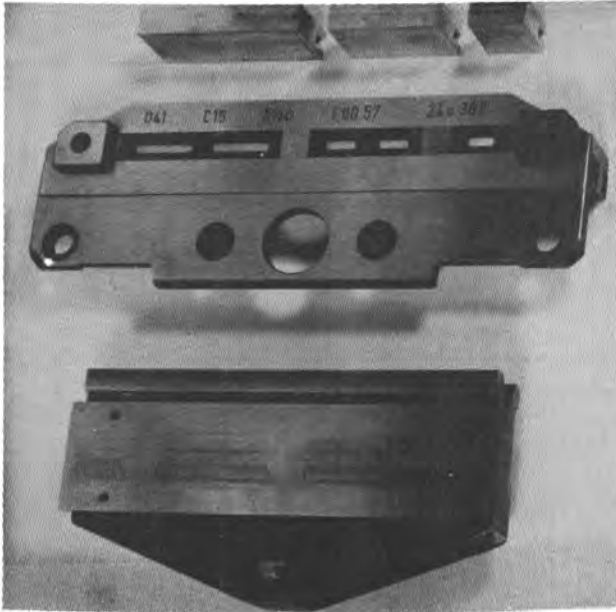


Abb. 136

Hohlstege, Hohlstege-Gießform
und Gießblock mit auswechsel-
barer Versuchsgießplatte

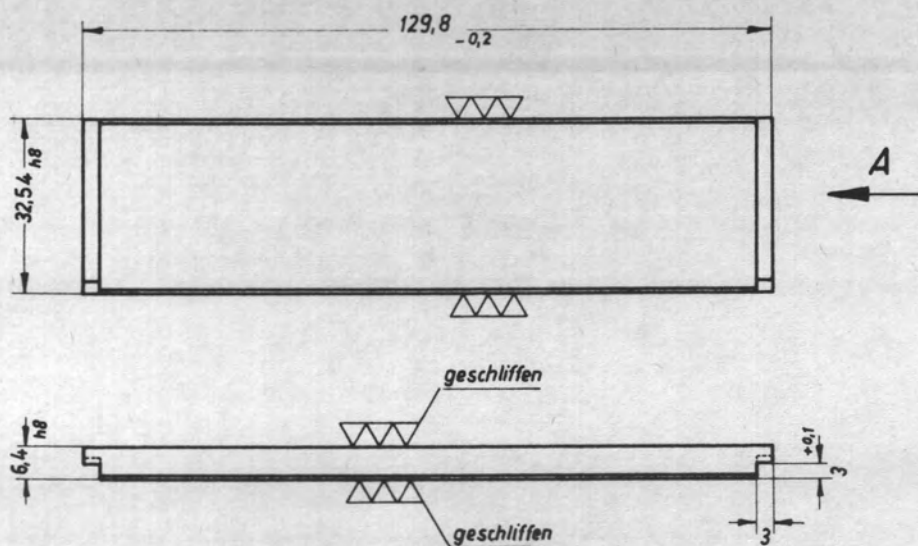
Für den Versuch wurden Platten aus folgenden Werkstoffen und Wärmeleitwerten
verwendet:

Werkstoff		Wärmeleitzahl (cal/cm sec °C)
1.	Messing (Ms 63 Pb)	0,22
2.	Nickel*) (Ni 98h)	0,165
3.	C 15	0,12
4.	Neusilber*) (Ns 6218)	0,06
5.	Remanit 1880 ST*) (10 CrNiTi 189)	0,035

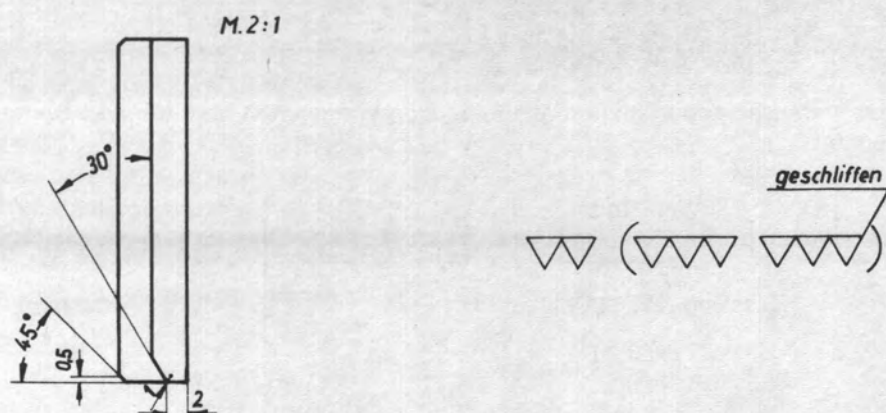
Die Wärmeleitzahlen für die mit *) bezeichneten Werkstoffe stammen aus Angaben der Herstellerfirmen, die übrigen Werte sind der Fachliteratur entnommen**). Die Maße der Platten sind in der Skizze Abbildung 137 auf Seite 190 festgehalten.

Der Versuch wurde durchgeführt auf die Linotype-Setzmaschine Modell 5c Quick Nr. 14519. Die Bedingungen für die Maschine wurden für den Versuch konstant gehalten, sie waren im einzelnen:

**) 73, 74, 75



Ansicht in Richtung „A“



Versuchsplatte

Abb. 137

Schriftmetall	Legierung 7/12
Kesseltemperatur	300 °C
Gießmundoberflächentemperatur	270 °C
Höhe des Bleisiegels	65 mm
Kühlwasserdurchlauf	100 l/h
Gießgeschwindigkeit	8 Zeilen/min
Betrieb mit Schnellfallklinke	
Pumpenfeder	Ausführung A

Jede Platte wurde 10mal hintereinander abgegossen. Der erste Guß erfolgte jeweils in die auf Kühlwassertemperatur abgekühlte Form. Die Oberflächen der gegossenen Hohlstege wurden dann unter dem Mikroskop einem Vergleich unterzogen. Jeweils der 1. und der 8. Abguß wurden fotografiert. Dabei wurde das Opton-Stereo-Mikroskop der Firma Zeiss mit einem Fotoaufsatz der Firma Zeiss-Winkel verwendet. Als Kamera diente eine Exakta-Varex IIa.

Zur besseren Sichtbarmachung wurden die Oberflächen der Hohlstege vor der Fotoaufnahme mit Druckerschwärze eingefärbt und wieder mit einem Lösungsmittel abgewaschen. Die auf der Oberfläche verbleibende Restfarbe reichte aus, die sonst durch die Oberflächenreflexion entstehende Unschärfe bei Mikroskopaufnahmen zu vermeiden. (Das gleiche Verfahren wurde bei allen in der vorliegenden Arbeit ausgeführten Mikroskopaufnahmen von Setzmaschinenzeilen angewendet.)

E. 2.1.2 Versuchsergebnis und Diskussion

Als Ergebnisse wurden in den Abbildungen 138 bis 147, Seite 191 bis Seite 193, die Mikroaufnahmen der Oberflächen der gegen die aus verschiedenen Materialien gefertigten Platten gegossenen Hohlstege gegenübergestellt.



Abb. 138 Oberfläche
Messingplatte 1. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)



Abb. 139 Oberfläche
Messingplatte 8. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)



**Abb. 140 Oberfläche
Nickelplatte 1. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)**



**Abb. 141 Oberfläche
Nickelplatte 8. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)**



**Abb. 142 Oberfläche
C15-Platte 1. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)**



**Abb. 143 Oberfläche
C15-Platte 8. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)**

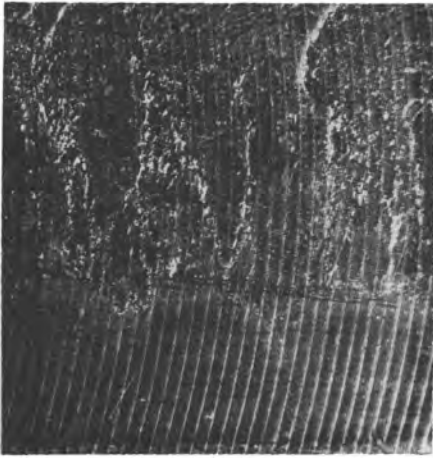


Abb. 144 Oberfläche
Neusilberplatte 1. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)

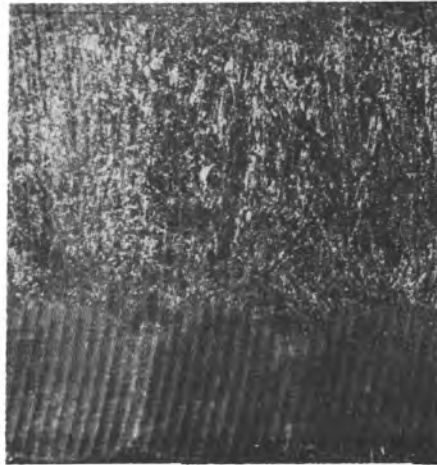


Abb. 145 Oberfläche
Neusilberplatte 8. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)

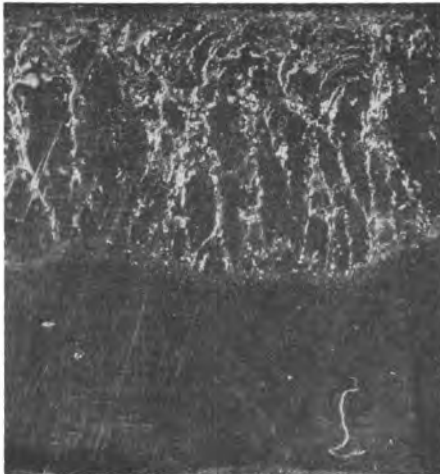


Abb. 146 Oberfläche
Remanitplatte 1. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)



Ab. 147 Oberfläche
Remanitplatte 8. Abguß
(Legierung 7/12)
(4,5fache Vergrößerung)

Bei der Betrachtung der Oberflächen zeigte es sich, daß sie sich anders verhalten, als es allein nach der Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Werkstoffe zu erwarten gewesen wäre. So lassen sich als Rangfolge für die Güte der Oberfläche für den 1. Abguß und 8. Abguß die Reihen

	1. Abguß		8. Abguß
1.	Nickel		Nickel
2.	Remanit		Remanit
3.	C 15		C 15
4.	Messing		Neusilber
5.	Neusilber		Messing

aufstellen.

Das dürfte bedeuten, daß für den 1. Abguß die Wärmeleitfähigkeit des Matrizenwerkstoffes wegen der zeitlichen Kürze des Erstarrungsvorganges zur Bildung eines Wärmestaus und damit zur Beeinflussung der Oberfläche nicht in Frage kommt. Beim 8. Abguß ist die Reihenfolge nur unwesentlich verändert. Das allgemein bessere Ergebnis beim 8. Abguß kann auf die Aufheizung der Versuchsplatten, wie auch auf die durch die Aufheizung eliminierte Wasserdampf- und Gasbildung zurückgeführt werden. Bei der Betrachtung für den praktischen Betrieb kann nur der 1. Abguß herangezogen werden, da der Matrizenkreislauf in der Maschine nicht ausreichend schnell genug ist, um die Matrize für den nächsten Gießprozeß noch auf einer Temperatur zu halten, die merklich über der Raumtemperatur liegt, d. h. in der Maschine gelangt die Matrize stets mit einer Temperatur zum Abguß, die in etwa der Raumtemperatur entspricht. Es ist damit erwiesen, daß die verschiedenartige Ausbildung der Oberflächen bei sonst gleichen Verarbeitungsbedingungen werkstoffabhängig ist, und zwar wahrscheinlich als Funktion der Benetzungsfähigkeit des Werkstoffes gegenüber der Schmelze. Die Benetzungsfähigkeit ist wiederum abhängig von der Grenzflächenspannung zwischen Schmelze und Platte und damit je nach Werkstoff verschieden.

Im einzelnen betrachtet, ergibt sich für die gegossene Oberfläche beim Arbeiten gegen Nickel das beste Ergebnis. Remanit, C 15, Messing und Neusilber, als untersuchte Werkstoffe, ergeben mehr oder weniger stark ausgeprägte Fließmarken in der Oberfläche. Die Fließmarken treten allerdings nicht in der Auftreffzone der Strahlen des flüssigen Metalls in Erscheinung, so daß gefolgert werden kann, daß die Güte der Oberfläche auch weitgehend von der Ausbildung der Auftreffzone der Strahlen beim Gußvorgang abhängt. Interessant ist, daß hier bei allen Oberflächen die Auftreffzone deutlich markiert ist. Die Kreisbogen in der Aufnahme der Oberflächen von Messing und Neusilber sind Bearbeitungsmarken. Im Gegensatz zu den Platten aus Nickel, C 15 und Remanit, die geschliffen wurden, konnten die Platten aus Messing und Neusilber nur gefräst werden.

In Fortführung der Versuche wurde, ähnlich dem Prägebild einer Matrize, in eine Nickelplatte eine Schrift eingraviert, die dann beim Abguß eine normale Setzmaschinenzeile ergab. Einen Ausschnitt der Oberfläche zeigt Abbildung 148.

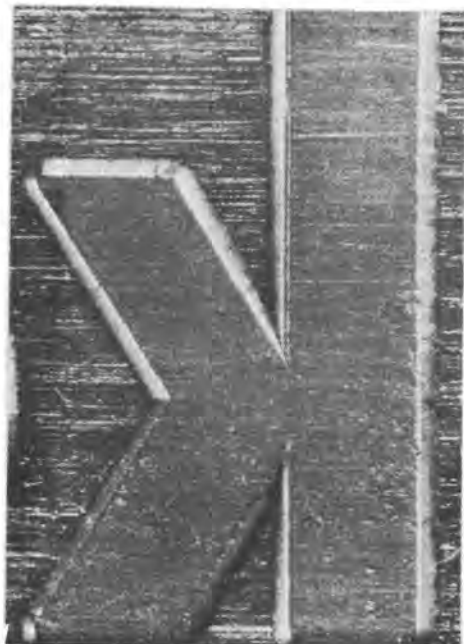


Abb. 148

Oberfläche einer Zeile, die als Abguß von einer gravierten Nickelplatte erstellt wurde.
(13,5fache Vergrößerung)

Diese Oberfläche ist sehr sauber und von außerordentlich feiner Struktur. Nachfolgende Versuche ergaben, daß nickelplattierte wie auch galvanisch vernickelte Stahlplatten ähnliche Ergebnisse wie Reinnickelplatten zeigten. Die Folgerung wäre nun, Matrizen aus Nickel als Werkstoff herzustellen. Wegen der dem Nickel innewohnenden technologischen Eigenschaften läßt es sich zwar in gleicher Weise wie Messing prägen, aber ungewöhnlich schwer spanabhebend bearbeiten, so daß eine Herstellung der Matrizen aus diesen Gründen ausscheidet.

Nun erwies sich aber, daß Messing-Matrizen, die vernickelt wurden, ab einer Schichtstärke von $2\text{ }\mu\text{m}$ ein ähnliches Verhalten beim Guß wie Reinnickel zeigten, so daß hier ein Weg zur Verbesserung der Zeilenoberfläche sichtbar wird, der auch wirtschaftlich gangbar ist. Zumindest sollte für größere Kegel, gemeint sind Matrizen mit einer Kegelstärke größer als 24 Punkt ($9,025\text{ mm}$), dieses Verfahren angewendet werden. Auf dem Gebiet der Matrizenvernickelung wurden auch in Rußland Versuche unternommen*). Die Vernickelung beschränkt sich aber laut Quelle nur auf eine Verbesserung der Lebensdauer der Matrizen durch eine Hartvernickelung, da diese wirtschaftlich günstiger als die dort zum gleichen Zweck angewendete Hartverchromung**) der Matrizen sein soll.

*) Lit. 76

**) Lit. 77

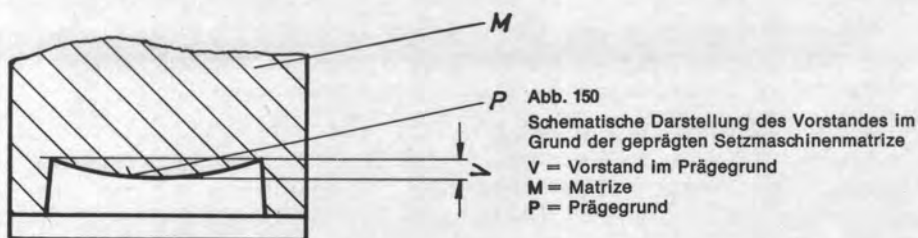
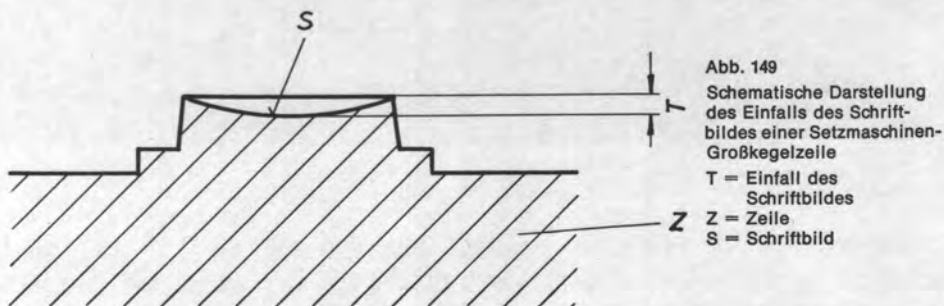
E. 2. 2 **Einfall des Schriftbildes von Großkegelzellen**

Beim Abziehen oder beim Druck von Großkegelzellen zeigt es sich, daß die Buchstabenmitte des Schriftbildes oftmals nicht voll ausdrückt. Wird zum Erreichen des vollen Ausdruckes der Druck erhöht, dann prägen sich die Ränder des Schriftbildes scharf im Papier ab. Das deutet darauf hin, daß die Mitte des Schriftbildes gegenüber den Rändern eingefallen ist. Da nicht bekannt war, in welcher Größenordnung sich der Einfall bewegt, wurde der Versuch unternommen diesen zu messen.

E. 2. 2. 1 **Versuchsaufbau und -durchführung**

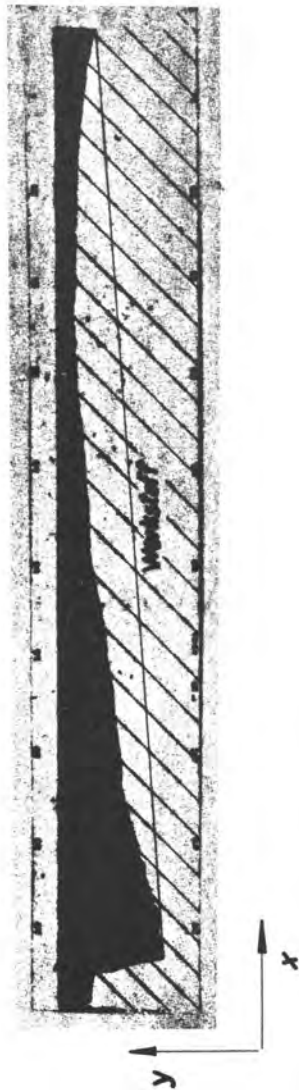
Zur Feststellung des Einfalles wurde eine 36 Punkt Matrizenzeile aus der Bodoni Italic 15mal abgegossen. Versuchsmaschine und Versuchsbedingungen entsprachen den unter E. 2. 1. 1 festgelegten. Zur Ermittlung des Schriftbildefinfalls wurde die 10. Zeile entnommen und auf dem Feinmeßtisch ausgemessen. Die Prägebilder der zum Guß der Zeile verwendeten Großkegelmatrizen wurden mit Hilfe des Leitz-Forster-Gerätes untersucht*).

E. 2. 2. 2 **V Versuchsergebnis und Diskussion**



Für den Einfall T des Schriftbildes der Großkegelzeile ergaben sich für die Großkegelzeile Werte von 20 bis 24 μm . Die Messungen mit dem Leitz-Forster-Gerät ergaben für die verwendeten Matrizen in der Mitte der Prägung maximal einen Vorstand V von 12 μm . — In Abbildung 151 auf Seite 197 ist ein Meßschrieb einer Oberflächenaufnahme mit dem Leitz-Forster-Gerät wiedergegeben. — Vergleicht

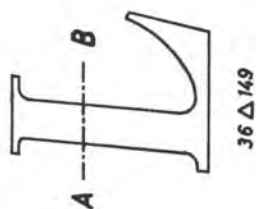
*) Die Messungen mit dem Leitz-Forster-Gerät wurden ausgeführt vom Institut für Werkzeugmaschinen und Technologie der Technischen Hochschule Darmstadt



Vergrößerung in x - Richtung 100 : 1

Vergrößerung in y - Richtung 1000 : 1

Nadelradius 10 μm



Oberfläche des Grundes einer geprägten Matrize
gemessen mit dem Leitz - Forster - Gerät entlang der Linie A-B

Abb. 151

man die Werte von V und T, so ist zu ersehen, daß V etwa 50% von T beträgt. Die Werte von T mit 24 μm reichen aus, um sich beim Abziehen des Satzes oder beim Drucken störend bemerkbar zu machen. Der Vorstand in der Mitte der Prägung wird auf Auffederungserscheinungen beim Prägen des Matrizenbildes zurückgeführt. Er müßte sich durch geeignete Maßnahmen wie Ballarbeiten der Oberfläche des Prägestempels, durch Unterteilung des Prägevorganges in mehrere Abschnitte, um dem Material dabei Zeit zum Fließen zu geben, durch ein Material mit entsprechenden Fließeigenschaften oder durch Nacharbeiten des Grundes des Prägebildes der Matrizen, vermeiden lassen.

Der Einfall T durfte sich damit bei Anwendung einer dieser Maßnahmen auf ein drucktechnisch nicht mehr in Erscheinung tretendes Maß verringern.

E. 3 Porosität der Zeile

Die Kompaktheit des Ausgusses der Zeile oder, wie es im Sprachgebrauch der Maschinensetzer negativ ausgedrückt ist, die Porosität der Zeile, ist von der Entlüftung der Gießform abhängig. So dienen zum Entweichen der im Hals und in der Gießform befindlichen Luft beim Gießprozeß die zwischen den Bohrungen des Gießmundes liegenden Luftkanäle.



Abb. 152

Gießmundstück mit 27 zwischen den Bohrungen liegenden Luftkanälen zur Entlüftung der Gießform

- 1 Gießmund
- 2 Dichtungsfläche
- 3 Luftkanal
- 4 Bohrung

Die Luftkanäle sind halbmondförmige Einfräsungen von maximal 1,6 mm Breite und 0,6 mm Tiefe. Der untere Anschnitt der Luftkanäle zur Dichtungsfläche bestimmt die Entlüftung von Hals und Gießform. In der Praxis werden diese Anschnitte je nach Bedarf mit einer feinen Nadelfeile geöffnet, damit ein möglichst langer, fadenförmiger Abfall vom Schriftmetall am Ende des Entlüftungsprozesses austritt. Der Entlüftungsprozeß ist bei dem angewandten Gießprinzip außerordentlich ungünstig, da er entgegen der Strahlrichtung des eingespritzten Schriftmetalls verlaufen muß. Es ist nicht anzunehmen, daß außer durch die Luftkanäle noch ein größeres Luftvolumen durch die Dichtungsflächen zwischen Gießmund und Gießform, zwischen Gießform und Matrizenzeile sowie durch die Dichtungsflächen der Matrizenzeile entweicht, obwohl eigene Erfahrungen zu der Erkenntnis führten, daß bei älteren Matrizensätzen die Zeilen voller ausgegossen sind, d. h. die Entlüftung der Gießform besser vonstatten geht.

Besonders treten in diesem Falle weniger Porositäten im Schriftbild, die auf Luft-einschlüssen beruhen, auf.

Zahlenmäßig werden die Lufteinschlüsse in Prozent des Zeilenvolumens angegeben. Es ist:

$$V_{LZ} = \left(V_Z - \frac{G_Z}{\gamma_{BI}} \right) \cdot 100 \text{ (Vol \%)}$$

oder nach Lit. 25:

$$V_{LZ} = \left(1 - \frac{D_T}{D_M} \right) \cdot 100 \text{ (Vol \%)}$$

V_{LZ} = Luftvolumen
in der Zeile

V_Z = Volumen der Zeile

G_Z = Gewicht der Zeile

γ_{BI} = spezifisches Gewicht
des Schriftmetalls

D_T = spezifisches Gewicht
der Zeile

$D_M = \gamma_{BI}$ = spezifisches Gewicht
des Schriftmetalls

Lufteinschlüsse von 10 bis 20% sind im Durchschnitt anzutreffen. Wichtig ist allerdings nicht nur die Größe des Luftvolumens in der Zeile, sondern auch wie die einzelnen Volumina in der Zeile verteilt sind. So ist für die Festigkeit der Zeile die Aufteilung in kleine Blasen günstiger als die Bildung einzelner großer Lufteinschlüsse.



Abb. 153

Querschnitt einer Zeile mit in der Zeile fein verteilten Lufteinschlüssen

Lufteinschlüsse, die sich unmittelbar unterhalb des Schriftbildes befinden, sind besonders störend, da diese beim Verdrucken oder Matern der Zeile zum Einbrechen des Schriftbildes führen können.



Abb. 154

Querschnitt einer Zeile mit Porositäten unmittelbar unterhalb des Schriftbildes der Zeile

Die Frage des Lufteinschlusses ließe sich lösen, wenn es gelänge, auch für die Zeilensetz- und Gießmaschine ein Vakuumgießverfahren anzuwenden, zumal mit diesem Verfahren auch die Qualität des Schriftbildes wesentlich gesteigert werden könnte. Bis jetzt ist über die Anwendung eines solchen Verfahrens nichts bekannt geworden. Es dürfte auch wegen der räumlichen Verhältnisse und der vielen zum Gießprozeß beitragenden Teile schwierig sein, ein für die Zeilensetz- und Gießmaschine geeignetes Vakuumgießverfahren zu entwickeln.

Eigene Versuche zu dem Problem der Porosität der Zeile konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht unternommen werden.

**F. Heißer Satz und kalter Satz — Gegenüberstellung von
Bleisatz zum Lichtsatz**

Die Herstellung einer Satzvorlage über den Bleisatz für das Offset- und Tiefdruckverfahren ist recht aufwendig. Von dem Satz auf Bleibasis (dreidimensional) wird ein Abzug auf Barytpapier (zweidimensional) hergestellt, der dann fotografiert wird. Ein anderer gebräuchlicher Weg ist, vom Satz durch einen Abzug auf Zellophan oder Film ein seitenrichtiges Diapositiv anzufertigen und dieses auf fotografischem Weg weiterzuverarbeiten. Für das Abziehen auf Zellophan ist allerdings ein qualitätsmäßig erstklassiger Satz Voraussetzung. — Weiter bekannt ist das Texoprintverfahren, bei dem der Satz mit schwarzem Lack eingesprüht wird. Die Oberfläche wird blank gewischt und das blanke Schriftbild auf schwarzem Untergrund wird fotografisch aufgenommen. Ähnlich ist das Rincoverfahren. Hier wird der weiß eingefärbte Satz auf einer Schnellpresse auf schwarzes Papier gedruckt. Der Abdruck wird fotografisch weiterverarbeitet.

Die Bemühungen, diese Umwege bei der Herstellung einer fotografischen Vorlage auszuschalten, führten zu der Konstruktion der Lichtsetzmaschine (oft auch als Film- oder Fotosetzmaschine bezeichnet), die es ermöglicht, das zum Satz verarbeitete Manuskript gleich als fotografische Vorlage für die Formenvorbereitung zu liefern. — Diese Art der Satzherstellung bezeichnet man als „kalten Satz“, während für den durch Abgießen auf Zeilensetz- und Gießmaschine hergestellten Satz der Ausdruck „heißer Satz“ gebräuchlich ist. Neben einer Vielzahl von Lichtsetzgeräten sind nur zwei Lichtsetzmaschinen, die diesen Namen verdienen, im Einsatz: die Lumitype (Photon) der Firma Crossfield und die Linofilm der Firma Mergenthaler Linotype Company.

Da die Lichtsetzmaschine auf optisch-elektrischer Basis arbeitet und weitgehend ohne mechanisch bewegte Teile auskommt, ist ihr eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit zu eigen. Durch die Vielzahl der im Schriftenmagazin aufbewahrten Schriften sowie durch die Möglichkeit, beliebig zu verkleinern oder zu vergrößern, besitzt die Lichtsetzmaschine eine weitaus größere Einsatzmöglichkeit als die Zeilensetz- und Gießmaschine.

Das im Lichtsatz erzeugte Produkt, sei es ein Positiv, Diapositiv oder Negativ, ist von gestochener Schärfe. Der Schriftcharakter wird exakt wiedergegeben.

Abb. 155, Seite 202 Abdruck vom Maschinensatz auf Zellophan
Abb. 156, Seite 203 Abdruck von einer Zwischenkopie vom Fotosatz-Negativ

Offizielles Programm

für den Anpfiff der

Senatsbock-Zeit 1963

am Freitag, dem 11. Januar, 20 Uhr, im Curio-Haus-Stadion
mit den Hamburger „Vereinen“

**varia u. St. Pauli • Bill • Elbschloß • Holst
Winterhuder**

Kostenlose Stärkung

aller Freikartennhaber für das kommende Match

✱

Vorspiel

Lale Andersen, Harald Nielsen, Schwabenhansl und Rolf Stiefel (als rechter Verbindungs-
Spielobmann: Harry Gondi

✱

Halbzeit

✱

Traditioneller Einlauf der Bierfahrer-Mannschaft

✱

Begrüßung der Aktiven und Passiven

durch den Verbandsvorsitzenden, Direktor Hans-Peter Meister, und kurzes Referat
über die Bedeutung des regelmäßigen Reißens und Stemmens von Senatsbock-Kugeln
für die Ertüchtigung der Hamburger und ihrer Wirtschaften.

✱

Anpfiff der Senatsbock-Zeit,

Anstich des ersten Fasses und regelgemäße schiedsrichterliche Entscheidung
über die Zulässigkeit des Senatsbocks mit anschließendem Freistoß durch * * * ,
einen sturmerprobten Mann, der für diese überschäumende Aufgabe
die notwendige Durchschlagskraft und Kondition mitbringt.

✱

Allgemeines Anstoß-Training

(‘För lagen, konungen och folket’, omkr. 1585) Johan III:s överhöghet gentemot hertig Karl.

3. **Sparre**, Erik, 1665-1726, greve, krigare, diplomat, riksråd 1718, fältmarskalk 1719. S., som nått hög rang i fransk kristtjänst, förde under Stora nordiska krigets senare skede underhandlingar med frammande makter om förbund till Sveriges hjälp.

4. **Sparre**, Carl, 1723-91, friherre, riksråd 1775, överstatthållare i Stockholm från 1773. S., som varit en av hattpartiets ledare, blev under Gustav III:s tidigare regering högste chef för krigsvesendet. Som överstatthållare arbetade han med iver på stadens utveckling och forsknande.

5. **Sparre**, Gustaf Adolf Vive, 1802-86, greve ambetsman, politiker (urspr. liberal, senare strängt konservativ), justitieminister 1848-56, president i Svea hovrätt 1856-67, universitetskansler 1859-71, riksmarskalk från 1864.

6. **Sparre**, Louis, f. 3.8. 1863, målare och etsare, som arbetar med små medel i en stillsam realistisk stil. Har huvudsakligen utfört porträtt.

Sparreholm. 1. Kommun i Södermanlands län, mell. Södermanland, omfattar socknarna Hyltinge, Helgesta och Ardala. 2 890 inv. - I S. ligger godset *Sparreholm* med slott från 1700-talet och storslagen parkanläggning. Kyrkliga kvinnorådet disponerar lokaler i slottet från 1951. - 2. Industrisamhälle i Sparreholms kommun vid Baven. Sägverk m.m.

Sparring partner (eng. uttal sparing partner), träningsmotståndare, företrädesvis i boxning.

Sparris, *Asparagus officinalis*, flerårig ört eller halvbuske av familjen liljevaxter med kraftig jordstam och greniga ovanjordsstammar med i knippen sittande, barrlika smagrenar, som tjänstgör som blad. De egentliga bladen är forkrympta och hinnartade, blommorna små och klocklika. Vuxten härstammar från Medelhavsområdet och odlas sedan ett par tusen år tillbaka för sina som delikatess uppskattade unga skott, som skördas innan de trängt upp ur jorden. I Sverige odlas den särskilt i Skåne och på Gotland. Andra *Asparagus*-arter odlas i växthus och inomhus som prydnadsvaxter under namnen *asparagus*, *fjädersparris*, *hansparris* (brudsloja) och *medeola*. - B Nyttovaxter II.

Sparman, Anders, 1748-1820, läkare, naturforskare och forskningsresande, lärjunge till Linné, prof. vid Collegium medicum 1790 och assessor där 1803. S. deltog bl.a. i Cooks andra Söderhavspresa, 1772-75.

Sparrsåtra, socken i Åsunda kommun, s.v. Uppland. 512 inv.

Sparsten, *procentsten*, stora stenar som vid betonggiutning läggs i gjutformarna för att minska betongatgangen.

Sparta, off. *Sparte*, stad i Lakonien på s. Peloponnesos, Grekland. 11 000 inv. Grundad 1834 på platsen för det antika S. - I forntidens Sparta, även kallat *Lakedaimon*, utgjordes harskarklassen av invandrade dorer, *spartiaterna*. De livegna bönderna, *heloterna*, och de fria hantverkarna och kopparnerna, *perioikerna*, vilka dock saknade politiska rättigheter, var huvudsakligen avkomlingar till de fördoriska urinvånarna. Staten hade två konungar, vilka fungerade som överbefälhavare och överstepräster. Den verkliga makten utövades dock av de fem eforerna och de gamles råd, bildat av 28 män över 60 år och de två konungarna.

Sparta var en renodlad krigarstat, där harskarklassen malmvedet fostrades för krigets varv. Missbildade barn

Speedway, som korr på slat jor bana, har blivit en stor svensk pul allsvensk serie och internationell den främsta svenske föraren och engelsmannen Ron How vid London 1958.

en strängt iakttagen krigardiet foreskr svartsoppa.

På grund av sin standiga krigsberedsk kunde Sparta från 500-talets senare hälft av Peloponnesos' stater under sin ledning i *förbundet*. Vid Greklands försvar mot pe 480 f.Kr. spelade Sparta en framträdande kung Leonidas försvarade en spartansk Thermopyle till sista man, och under vanns den avgörande segern till lands vid teten mellan Sparta och Aten ledde till *Peloponnesiska kriget* 431-404, som Sparta mottaga hjälp från perserna. Den därmed tanska hegemonin över hela Grekland br 371 av Thebe. Liksom det övriga Grekland sedan under makedoniskt inflytande. - K O

Sparta, *IK Sparta*, Malmö, en av världens ningsklubbar med över 50 SM.

Spartacus, d. 71 f.Kr., romersk gladiator upprorsledare. Från Syditalien anförde S ett stort slavuppror mot Rom. Han stupade mot Crassus, som kuvade upproret.

Spartakister, en revolutionär fraktion i socialdemokratiska partiet 1917-19 under Liebknecht och Rosa Luxemburg. Sparta ett misslyckat uppror i Berlin i jan. 1918. Liebknecht och Luxemburg dodades. Fraktionen tyska kommunistpartiet.

Spartan, invånare i det gamla Sparta. I delse: person med stränga levnadsvanor. - kel, asketisk.

Sparvar, benämning på olika finkfaglar. Sparvarna, släktet *Passer*, hör bl.a. gråspå Kornsparv, gulsparv, ortolansparv m.fl. *Emberiza*. - B Faglar II.

F. 1 **Arbeitsweise der Lichtsetzmaschine**

Anhand der Linofilm-Lichtsetzanlage soll die Arbeitsweise einer Lichtsetzmaschine demonstriert werden. Mit dem Taster, der in etwa einer elektrischen Schreibmaschine entspricht, wird von dem Manuskript ein Lochband erzeugt und gleichzeitig auf Papier in Maschinenschrift ein Klartext zu Korrekturzwecken erstellt.

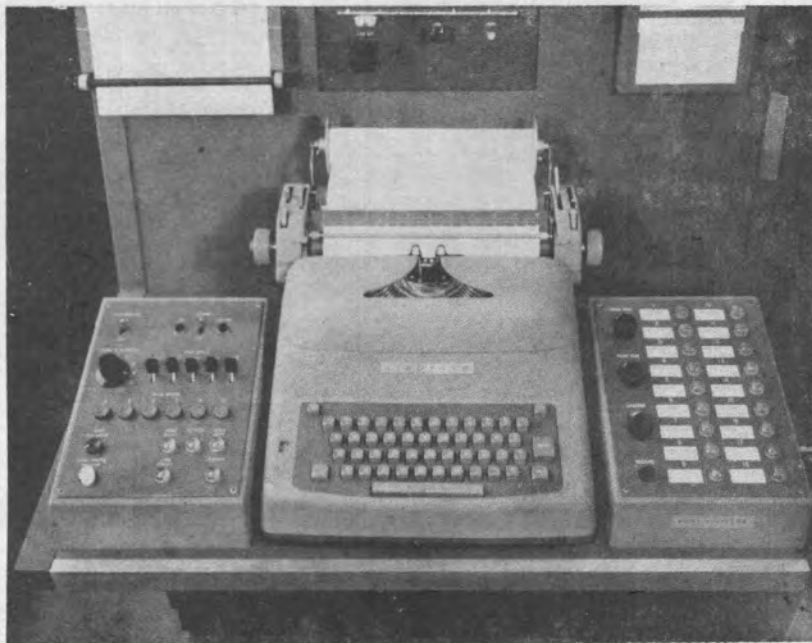


Abb. 157 Linofilm-Taster

Der Lochstreifen durchläuft dann im Fotoautomat zwei Abtastvorrichtungen, eine für den Ausschluß und eine für die Buchstaben, Zeichen und Kommandos. Als Lichtquelle für die Projektion dient eine elektronische Blitzlichtlampe, die alle Buchstaben des Schriftrahmens gleichmäßig durchleuchtet. Durch den hinter dem Schriftrahmen liegenden gesteuerten Verschuß wird entsprechend dem Kommando vom Band nur ein bestimmter Lichtstrahl freigegeben und durch ein Linsensystem und einen beweglichen Spiegelreflektor auf den Film geleitet. Die jeweilige Stellung des Spiegelreflektors bestimmt den Ausschluß. Im Durchschnitt liegt die Projektionsgeschwindigkeit des Fotoautomaten bei etwa 43 000 Buchstaben in der Stunde.

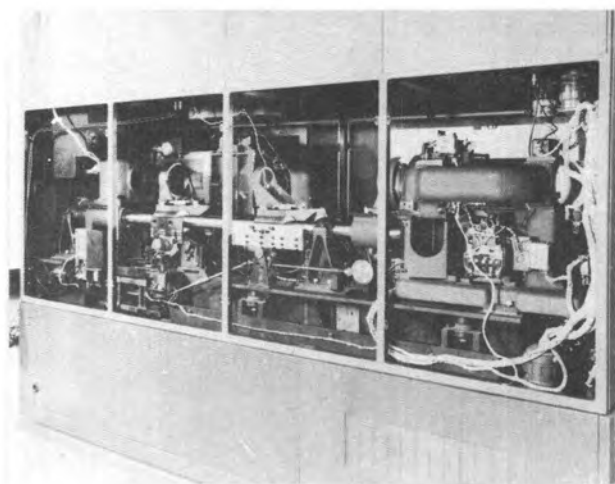


Abb. 158 Linofilm-Fotoautomat

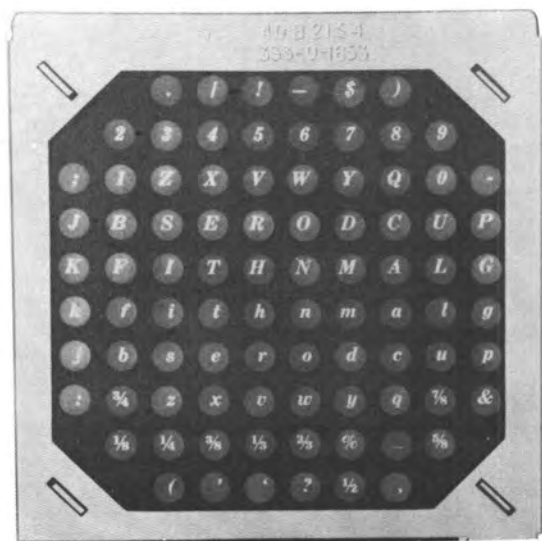


Abb. 159

Linofilm-Schiftrahmen

Der Schiftrahmen trägt 88 Buchstaben und Zeichen. Die in die Magazintrommel des Fotoautomaten eingesetzten Schiftrahmen sind austauschbar.

Als letztes Glied des Systems übernimmt der Composer Aufgaben, die bisher je nach den angewandten Verfahren der Mettage, der Reprokamera oder der Klebmontage zufielen. Der Composer besteht aus einem Vergrößerungsapparat, bei dem eine Schriftzeile auf einen Layout-Bogen projiziert wird, der als Mattscheibe wirkt, wobei die Projektion nach Größe und Stellung verändert werden kann. Die so veränderte Schriftzeile wird dann nach Art der Spiegelreflexkamera auf den endgültigen Film projiziert.

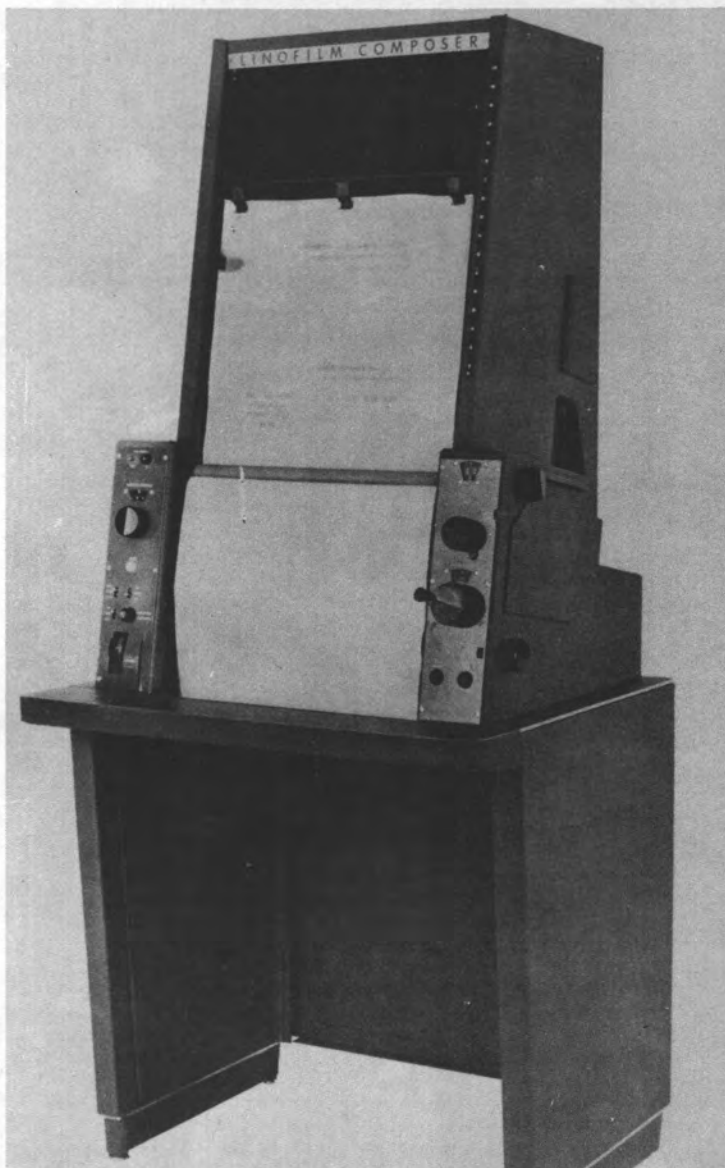


Abb. 160
Linofilm-Composer
Der Composer ermöglicht Vergrößerung, Verkleinerung und beliebige Platzierung von Filmzeilen.

F. 2 Qualitätsvergleich zwischen Bleisatz und Lichtsatz

Der Vergleich muß auf das jeweils zur Anwendung kommende Druckverfahren bezogen werden. Es steht außer Zweifel, daß dort, wo eine fotografische Vorlage zur Formherstellung erforderlich ist – wie im Offset- und Tiefdruck – der Lichtsatz seinen Anwendungsbereich hat. Neben der Vereinfachung des Herstellungsprozesses tritt hier vor allem die exakte Wiedergabe des Schriftcharakters im Lichtsatz zu Tage. Für den Tiefdruck gilt das letztere mit Einschränkungen. Hier erleidet der Schriftcharakter durch die Rasterung beim Abdruck Einbußen. In Abbildung 162 auf Seite 208, das die Mikroaufnahme eines Ausschnittes eines im Tiefdruck hergestellten Werkes wiedergibt, ist zu sehen, daß die Serifen der Schrift zerfasert sind. Auch die scharfen Konturen der Groteskschrift oben auf dem Bild sind durch die Tiefdruckraasterung stark beeinträchtigt worden. Im Hochdruck dagegen würde der Lichtsatz einen Umweg bedeuten, da von der fotografischen Vorlage erst wieder ein Hochdruckklischee, sei es nun als Ätzplatte oder als Kunststoffklischee, angefertigt werden müßte. Allerdings könnte mit der Verbesserung der Ätzverfahren und der Materialien zur Herstellung von Hochdruckformen der kalte Satz durchaus interessant für den Hochdruck werden, zumal durch die Gewichtseinsparung für die Druckform sich weitere Vorteile ergeben. Wie die Mikroaufnahme Abbildung 161 zeigt, geht bei dem Ätzvorgang ein Vorteil des Lichtsatzes, die gestochene Schärfe der Vorlage, in gewissem Ausmaß verloren, so zeigt z. B. das „i“ verrundete Ecken bei einer Groteskschrift.



Abb. 161
Mikroaufnahme der Oberfläche
einer Schnellätzplatte
(10fache Vergrößerung)

Abb. 162, Seite 208 Ausschnitt eines im Tiefdruckverfahren hergestellten Abdruckes (8fache Vergrößerung)

DIE ERDE

Unser Planet

Von Gustav

256 Seiten n

farbigen und

weißen Abbi

Mit zwei Kunststoffdruckstöcken aus Dycril und aus Nylon wurde vom Verfasser der Versuch unternommen, die durch den Ätzprozeß entstehende Eckenverrundung meßtechnisch nachzuweisen. Zum Versuch wurde aus einer 9 Punkt Groteskschrift aus den Buchstaben I, N und T Druckstöcke aus Maschinensatz und über eine fotografische Vorlage solche aus Dycril und aus Nylon hergestellt, die mit einer Toleranz von $\pm 5 \mu\text{m}$ auf die Schrifthöhe des Maschinensatzes gebracht wurden. Der Abdruck erfolgte gleichzeitig und unter gleichen Bedingungen ohne jede Zurechtung auf einer FAG-Abzugspreße auf Typotiefpapier. Eine densitometrische Schwärzungsmessung*) des Druckausfalles, bei der zur Qualitätskontrolle die bedruckte Fläche entsprechend der Gleichung

$$\varphi = \frac{1 - \varrho}{1 - \varrho_v}$$

ϱ = Remissionsgrad der teilweise bedruckten Fläche

ϱ_v = Remissionsgrad der Volltonfläche

φ = Größe der bedruckten Fläche

ermittelt wurde, ergab für den Maschinensatz $\varphi = 26,4\%$, für die Dycrilplatte $\varphi = 30,3\%$ und für die Nylonplatte $\varphi = 32,4\%$. Anstatt der zu erwartenden Abnahme der bedruckten Fläche bei den Kunststoffplatten durch die Eckenverrundung beim Ätzprozeß bei der Herstellung, zeigte sich für die Kunststoffplatten eine Zunahme, die durch das andersartige drucktechnische Verhalten der Kunststoffe begründet ist. Eine mikroskopische Betrachtung ergab, daß für die Kunststoffplatten neben den Eckenverrundungen auch der Schriftcharakter durch das stärkere Ausdrucken weitgehend verloren ging.

Ein meßtechnischer Nachweis der Kantenverrundung war auf dem Weg über die densitometrische Schwärzungsmessung des Druckausfalls nicht möglich. Es müßte allerdings durchführbar sein, die Größenordnung der Kantenverrundung über densitometrische Bestimmungen der druckenden Flächen der Druckstöcke selbst zu bestimmen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß zur Qualitätsbetrachtung nicht allein der einleitende Vorgang, d. h. die Erstellung des Satzes, sondern auch der den Druckausfall bestimmende Vorgang herangezogen werden muß. So gesehen hat der Lichtsatz dort seinen Anwendungsbereich, wo zur Formherstellung eine fotografische Vorlage erforderlich ist. Dort wird er auch zur Qualitätsverbesserung des Druckerzeugnisses beitragen.

Für den Hochdruck, bei dem der Satz direkt verdruckt wird oder von ihm Matern für den Guß von Rotationsplatten geprägt werden, besitzt der heiße Satz unbestritten Qualitätsvorteile. Hinzu kommt, daß der heiße Satz bessere Korrektur- und Umbruchmöglichkeiten besitzt, die in der Beweglichkeit der Setzmaschinenzeile (d. h. der Austauschbarkeit zwecks Korrektur) begründet sind.

*) durchgeführt vom Labor der Deutschen Gesellschaft für Forschung im graphischen Gewerbe (FOGRA) München

G. Weitere Entwicklungstrends in der Satzherstellung

Neben den dargelegten Möglichkeiten zur Steigerung der Qualität und Quantität des Satzes bahnen sich weitere Entwicklungen an, die auf eine umfassende Automatisierung der Herstellung, einen universelleren Anwendungsbereich und eine Rationalisierung in der Verarbeitung des heißen Satzes hinauslaufen. Im einzelnen sind folgende Richtungen zu erkennen:

- a. die Einschaltung von Elektronenrechnern zur rationelleren Herstellung von Lochbändern für Schnellsetzmaschinen,
- b. schnellere Fernübertragungsmöglichkeiten für Lochbänder zur Steuerung von Schnellsetzmaschinen unter Benutzung des Funkweges,
- c. die Herstellung von weitgehend umbrochenen (druckreifen) Satz mittels Einsatz automatisierter Schnellsetzmaschinen,
- d. die Harmonisierung von Schriften für Handsatz, Satz von Einzelbuchstabensetz- und Gießmaschinen und Satz von Zeilensetz- und Gießmaschinen zur universelleren Satzherstellung unter Senkung der Kosten,
- e. Vereinfachung des Arbeitsprozesses zur Weiterverarbeitung des Satzes.

Auf eine Behandlung der Punkte a. bis d. soll verzichtet werden, da sie über den Rahmen der Arbeit hinausgehen. Zu Punkt e. muß jedoch ein recht interessantes Verfahren betrachtet werden.

Wie erwähnt, werden beim Rotations-Hochdruck vom Satz Matern geprägt und von diesen Matern Platten für die Rotationsmaschinen hergestellt. Nach Lit. 86*) läßt sich der Umweg über die Mater vermeiden, wenn der Maschinensatz so gestaltet wird, daß von ihm direkt Kunststoffplatten geprägt werden können, die dann auf den Rotationsmaschinen eingesetzt werden. Für die Kunststoffplatten würden als weitere Vorteile das bessere drucktechnische Verhalten und das geringere Gewicht der Platten sprechen. Bei eigenen Versuchen, die hierzu unternommen wurden, wurden sogenannte Reliefmatrizen angefertigt, bei denen das Bild nicht als Prägung, sondern erhaben ausgeführt ist. Dieses Bild ragt beim Guß in die Gießform und ergibt eine Zeile mit vertieftem Bild. In der Skizze, Abbildung 164, Seite 213, ist das Verfahren des Materngusses und das der Weiterverarbeitung schematisch dargestellt. Es zeigte sich, daß dieser Maternguß auf der Setzmaschine durchaus zu beherrschen ist und zu brauchbaren Ergebnissen führt. — Die Frage, ob eine wirtschaftliche Fertigung von Matrizen mit erhabenen Bildern möglich ist, wurde dabei außer acht gelassen. —

*) Lit. 86

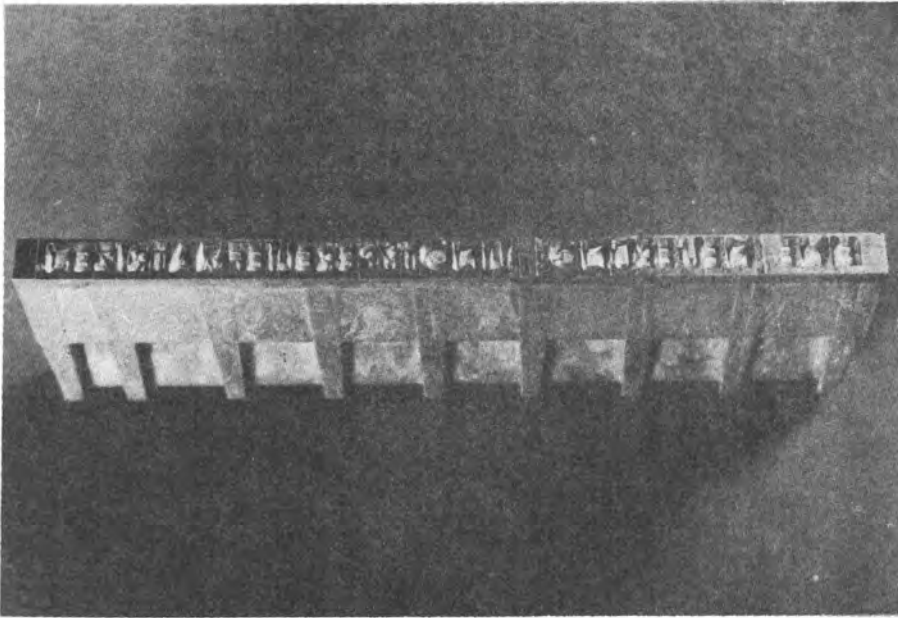
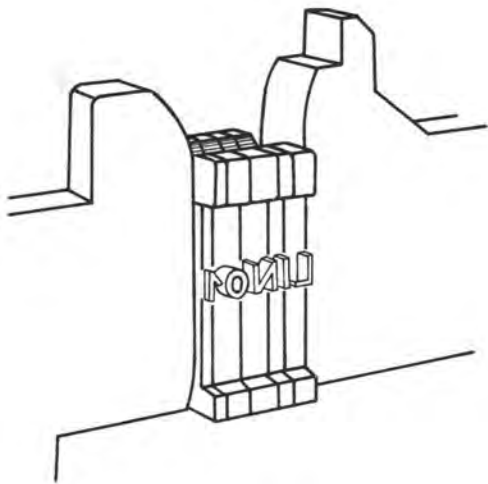
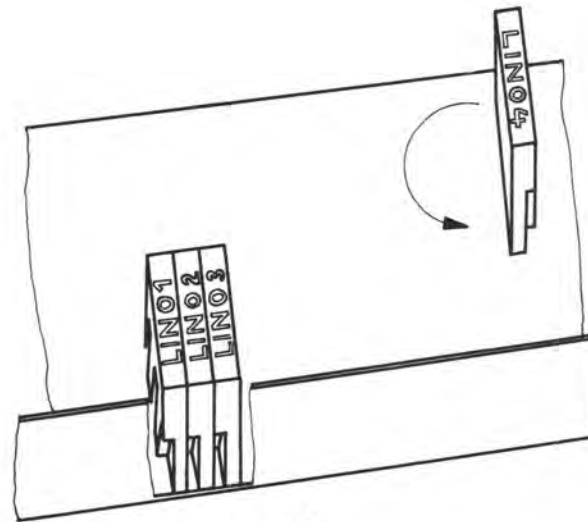


Abb. 163 Im Materngußverfahren hergestellte Setzmaschinenzeile

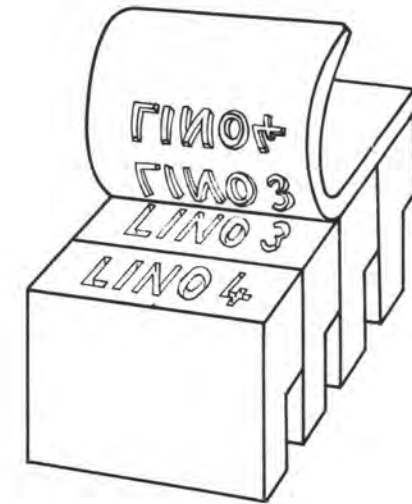
Das Verfahren scheiterte daran, daß kein Kunststoff zur Verfügung stand, der bei für Zeilen auf Bleibasis in bezug auf Prägedruck und Prägetemperatur annehmbaren Bedingungen ausreichende Fließeigenschaften aufweist. Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei Verwendung von Materngußzeilen auf Zinkbasis oder bei der Entwicklung neuer Kunststoffe dieses Verfahren an Aussichten gewinnt.



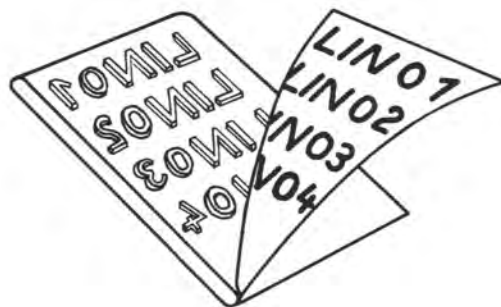
1



2



3



4

1. Guß von der Reliefmatrize (mit seitenverkehrtem aufrechtstehenden Bild).
2. Die Zeile mit vertieftem Bild (seitenrichtig) wird auf dem Zeilenschiff gewendet
3. Abnahme einer Druckform (seitenverkehrt) vom Maternzeilenpaket.
4. Abdruck oder Abzug (seitenrichtig) von der Druckform.

Maternguß

H. Zusammenfassung und Ausblick

Als Untersuchung von Gießaggregat und Gußprodukt von Schnellsetzmaschinen behandelt die vorliegende Arbeit erstmals maschinen- und produktionstechnische Zusammenhänge, die für den in diesem Aggregat ablaufenden Gießvorgang zur Herstellung von Zeilensatz – einem höchst speziellen Druckgußverfahren – von Interesse sind.

Nach der Darlegung des technischen Standes der Zeilensetz- und Gießmaschine und ihrer Arbeitsprinzipien wurden die primär wichtigen Einflußfaktoren für Gießvorgang und Zeilenprodukt dargestellt, wobei eine funktionsmäßige Gliederung nach Schriftmetall, thermischen, mechanischen und geometrischen Größen erfolgte.

Im Rahmen der Untersuchungen konnten besonders Aufschlüsse über härtere Schriftmetalle sowohl auf Bleibasis wie auch auf Zinkbasis gewonnen werden. Gegenüber Entwicklungen in der Sowjetunion auf diesem Gebiet wurde eine nicht unbeachtliche Steigerung der Qualität der Zeilenoberfläche, d. h. des Schriftbildes, und der Warmhärte, die für die Prägefestigkeit der Zeile beim Matern von Einfluß ist, erreicht. Die beim praktischen Einsatz dieser Legierung auf Zinkbasis aufgetretenen Schwierigkeiten konnten durch Wahl geeigneter Werkstoffe und abgeänderter konstruktiver Auslegung von Teilen des Gießaggregates überkommen werden.

Mit Hilfe thermoelektrischer Meßverfahren wurde der Verlauf der Betriebstemperatur bei unterschiedlichen Betriebszuständen aufgenommen. Das Regelverhalten von handelsüblichen Thermostaten verschiedener Ausführungen wurde unter Berücksichtigung der Anwendungsmöglichkeit für Schnellsetzmaschinen mit den gleichen Meßmitteln untersucht.

Der im Gießvorgang inbegriffene hydraulische Prozeß wurde einer theoretischen Betrachtung unterzogen. Die bei diesem Prozeß ausschlaggebende Kolbenkraft, wie auch das Problem der Abdichtung der beim Guß beteiligten Maschinenelemente untereinander konnten unter Einsatz auf dem Dehnungsmeßstreifenprinzip basierender elektromechanischer Meßanordnungen erfaßt und geklärt werden.

Für Oberfläche, Struktur und Maßgenauigkeit der Zeile wurden Maßnahmen zur Beeinflussung gefunden, die eine Steigerung der Qualität der Zeile im Hinblick auf ihre Verwendung in nachgeschalteten Prozessen wie Abdruck und Matern zulassen.

Für die Durchführung der Untersuchungen war neben der Wahl geeigneter Meßverfahren die Entwicklung spezieller Meßgeber und zum Teil auch nicht handelsüblicher Meßgeräte erforderlich, die, um den Meßverfahren zu genügen, in Konstruktion und Fertigung einen recht erheblichen Aufwand erforderten.

Ferner wurde der auf der Zeilensetz- und Gießmaschine hergestellte Satz einem Vergleich mit dem Lichtsatz unterzogen, in dem die Anwendungsbereiche beider Satzverfahren umrissen wurden. Weitere Entwicklungsmöglichkeiten für den Zeilensatz wurden aufgezeigt.

Ziel der Arbeit war es, durch Erforschung der wesentlichsten Einflußfaktoren auf Gießaggregat und Gußprodukt — wegen der komplexen Materie mußte vorwiegend experimentell vorgegangen werden — die Grundlage für weitere Leistungssteigerungen in bezug auf Quantität — höhere Gießleistungen — und Qualität für Schnellsetzmaschinen zu finden. Ob und wie weit die Zeilengieß- und Setzmaschine sich in ihrer modernen Form, der Schnellsetzmaschine, in Zukunft gegenüber dem neu-aufkommenden Verfahren zur Satzherstellung, dem Lichtsatz, behaupten kann, wird mit von der Verwirklichung solcher Leistungssteigerungen abhängen. Allerdings darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Entwicklung weitgehend von wirtschaftlichen Erwägungen, wie auch von möglichen zukünftigen Verschiebungen der Marktanteile der Druckverfahren untereinander beeinflußt wird.

I. Literaturverzeichnis

Quellenangaben zur vorliegenden Arbeit:

- | | |
|---|---|
| 1) Faulmann, Karl | Geschichte der Schrift.
A. Hartlebens Verlag, Wien 1880 |
| 2) Faulmann, Karl | Geschichte der Buchdruckerkunst.
A. Hartlebens Verlag, Wien 1882 |
| 3) Barge, Hermann | Geschichte der Buchdruckerkunst
von ihren Anfängen bis zur Gegenwart.
Leipzig 1940 |
| 4) Bauer, Konrad, F. | Aventur und Kunst.
Privatdruck der Bauerschen Gießerei,
Frankfurt am Main 1940 |
| 5) Höhne, Otto | Geschichte der Setzmaschinen.
Verlag des Bildungsverbandes der
Deutschen Buchdrucker.
Leipzig 1926 |
| 6) Mengel, Willi | Der Kampf um die Setzmaschine.
Z. Der Druckspiegel, Mai 1954 |
| 7) Mengel, Willi | Die Linotype erreichte das Ziel.
Linotype GmbH., Berlin und Frankfurt 1955 |
| 8) | Die Mergenthaler Setzmaschinen-
Fabrik GmbH., Berlin.
Mergenthaler Setzmaschinen-Fabrik GmbH.,
Berlin 1932 |
| 9) Born, Ernst | Lexikon für das graphische Gewerbe.
Polygraph Verlag, Frankfurt am Main 1958 |
| 10) Kollécker, Eugen
Matuschke, Walter | Der moderne Druck.
Hammerich und Lesser
Hamburg 1956 |
| 11) Kunze, Rolf | Kleine Setzmaschinenkunde.
Fachbuchverlag Leipzig 1953 |
| 12) | Linotype-Instruktionsbuch.
Linotype GmbH., Berlin und Frankfurt a. M.
1958 |
| 13) | Linotype-Brevier.
Linotype GmbH., Berlin und Frankfurt a. M.
1961 |
| 14) | Lino-Quick-System.
Linotype GmbH., Berlin und Frankfurt a. M.
1961 |

- 15) Multiface-Perforator.
Linotype-Handbuch
Linotype GmbH., Berlin und Frankfurt a. M.
- 16) Elektronik im Lino-Quick-Perforator.
Z. Linotype-Post Heft 54/April 62,
Seite 25 - 28
- 17) Hochleistungs-Setzautomat.
Linotype-Handbuch
Linotype GmbH., Berlin und Frankfurt a. M.
1956
- 18) Bedienungsanleitung für die
Linotharm-Heizung.
Linotype GmbH., Berlin und Frankfurt a. M.
1961
- 19) DBP 1 111 648
Gießtopf für Matrizensetz- und Zeilen-
Gießmaschinen.
- 20) DBP 1 137 448
Gießtopf mit innen geglättetem Gießhals
für Matrizensetz- und Zeilengießmaschinen.
- 21) DBP 1 119 876
Vorrichtung zum Beschneiden des
Fußes von in Matrizensetz- und
Zeilengießmaschinen gegossenen Zeilen.
- 22) Krüger, H. A. Leitfaden der Buchdruckkalkulation.
Deutscher Verlag, Berlin 1956
- 23) Burkhardt, Friedrich, W. Die Einführung von Schnell- und Fernsetz-
maschinen im deutschen graphischen
Gewerbe in betriebswirtschaftlicher Sicht.
Linotype GmbH., Berlin und Frankfurt 1959
- 24) Lüchtiger, H. W. Das Schriftmetall.
(Le métal d'imprimerie)
Jahrbuch der Setzmaschine
Verlag Zentralkommission
Schweizerischer Maschinensetzer Verband,
Zürich 1957
- 25) Printing Metals
Fry's Metal Foundries Ltd.
London 1959
- 26) Weaver, Frances, D. Type Metal Alloys.
Z. The Journal of the Institute of Metals
Vol. 56, 1935

- 27) Bleilegierungen für das
graphische Gewerbe.
DIN 16 512
- 28) Blokhuis, G. Lettermetalen in het gebruik.
Z. I. G. T.-nieuws
12/7 (1954) Seite 188 - 190
- 29) Blokhuis, G. De Samenstelling von lettermetaal.
Z. I. G. T.-nieuws
7/9 (1956) Seite 101 - 104
- 30) Die Qualität des Schriftmetalls und ihre
Beeinflussung durch Verunreinigung.
Z. Zeitungstechnik
- 31) Pelzel, E. Die Verkrätzung von flüssigem Blei.
Schneider, H. Z. Metall 12 (1958) Seite 122 - 124
- 32) Müller, Herbert Reduktionsmittel als Helfer bei
der Metallpflege.
Z. Der Polygraph (1960), Seite 669 - 671
- 33) Efficient Remelting.
Fry's Metal Foundries Ltd., London
- 34) Sahm, Peter Über die Fließeigenschaften
von Metallschmelzen.
Z. Der Maschinenmarkt Nr. 30/14. 4. 61
Seite 21 - 27
- 35) von Reimer, Vinzenz Druckguß.
Carl Hanser Verlag, München 1959
- 36) Bayer, K. Zink-Taschenbuch.
Trautmann, B. Metall-Verlag, Berlin-Grünwald 1959
- 37) DRP 741 743
Verwendung von Zinklegierungen.
- 38) Tuxenor, P. T. Die Anwendung von hochschmelzenden
Zinklegierungen auf Linotype-Maschinen.
Z. Die Druckindustrie
März/April 1956, Seite 10 und 11
(Russische Zeitschrift)
- 39) Schklower, M. A. Wege zur Erhöhung der Qualität des
Linotype-Satzes.
Teil VI, Linotype-Satz aus Zinklegierungen
Moskau 1959
- 40) Laskwaja, R. B. Ein neues Material zum Kesselguß.
und andere Z. Poligrafitscheskoje Proiswodstwo
Nr. 6/61, Seite 26

- 41) German seek substitute for stereo metal.
Z. Production Journal
April 1962, Seite 6 und 7
- 42) Kolland, E. Welchen Einfluß hat das Formengewicht
bei Flachformmaschinen?
Z. Der Polygraph, Heft 1, Januar 1959,
Seiten 33 und 34
- 43) Albrecht, J. Über die Eignung von Kunststoffen
Mann, G. für die Herstellung von Hochdruckformen
Orthmann, J. im Prägeverfahren.
Deutsche Gesellschaft für Forschung
im Graphischen Gewerbe.
Institutsmitteilung 16/1, München 1958
- 44) Hansmann, J. Der richtige Kunststoff am richtigen Platz.
Z. Der Maschinenmarkt Nr. 42/1960
Seiten 8 und 9
- 45) Brandenburger, Kurt Kunststoff-Ratgeber.
Verlag W. Girardet, Essen 1950
- 46) Determann, Hermann Nichthärtbare Kunststoffe
— Thermoplaste —.
Werkstattbücher, Heft 110, Springer-Verlag
Berlin/Göttingen/Heidelberg 1953
- 47) Ketterer, Wilhelm Die elektrische Setzmaschinen-Heizung
und ihre Entwicklung.
Z. Linotype-Post, Heft 5/Okttober 1951,
Seite 5 - 7
Heft 6/Dezember 1951, Seite 5 - 7
Heft 7/Februar 1952, Seite 5 - 7
- 48) Liebsch, H. Der Wärmehaushalt der sowjetischen
Zeilenguß-Setzmaschine N 11.
Z. Typografie, Heft 7/Juli 1962,
Seite 156 - 158
- 49) Taschenbuch für Messen und Regeln
in der Wärme- und Chemietechnik.
Siemens & Halske AG.
Wernerwerk für Meßtechnik, Karlsruhe 1956
- 50) Genaue Messungen mit Thermoelementen.
Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. Main
- 51) Ditterich, K. Probleme bei der Temperaturmessung
mit Thermoelementen.
Z. VDI-Zeitschrift, Bd. 103 Nr. 20/1961

- 52) Guthmann, K. Toleranzen und Fehler bei der Temperaturmessung mit Thermoelementen. Verlag Stahleisen GmbH.
- 53) Gebrauchsanweisung TR 13-6 für den elektronischen Punktdrucker Polycomp. Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. Main
- 54) Vergleichsstellen-Korrektoren. Hartmann Braun AG., Frankfurt a. Main
- 55) Beshanow, B. N. Pneumatik an polygraphischen Maschinen Verlag Technik Berlin
- 56) DBP 975 045 Flüssigkeitsgekühltes Gießrad für Matrizensetz- und Zeilengießmaschinen.
- 57) Koch, J. J. Dehnungsmeßstreifen-Meßtechnik. Philips Technische Bibliothek, Eindhoven 1951
Boiten, R. G. und andere
- 58) Rohrbach, Chr. Dehnungsmeßstreifen und ihre Anwendung. Z. Elektronik
11/1959, Seite 5 - 13
11/1959, Seite 331 - 334
12/1959, Seite 383 - 386
- 59) Claus, G. Dehnungsmeßstreifen-Technik. Z. Funk-Technik
20/1957, Seite 700 - 701
- 60) Diehl, Werner Spannungs- und Dehnungsmessungen mit Dehnungsmeßstreifen. Z. technica
22/1962, Seiten 1675 - 1678 und 1683 - 1684
- 61) Steinbrenner u. Dugge Fehlergrenzen bei Trägerfrequenz-Meßverfahren. Z. Elektronik,
3/1961, Seite 65 - 71
- 62) Wagenbauer, Kurt Beiträge zum Druckprozeß bei Offset-Bogenrotationsmaschinen. Dissertation TH Darmstadt 1959
- 63) Beschreibung und Bedienungsanweisung für den Trägerfrequenzverstärker. KWS II Hottinger Meßtechnik GmbH., Darmstadt
- 64) Beschreibung und Bedienungsanweisung für den Schnellschreiber Hellige 1b. Hellige GmbH., Freiburg

- 77) Jarina, B. Die Verchromung von Linotype-Matrizen.
Z. Poligrafitscheskoje Proiswodstwo
Nr. 5/60
- 78) Bretag, Wilhelm Vom Fotosatz zur Druckform.
Z. Linotype-Post, Heft 39/1958,
Seite 15 und 16
- 79) Rattel, Paul Buchproduktion im Offset.
Z. Linotype-Post, Heft 41/Dezember 1958,
Seite 7 - 10
- 80) Linofilm.
Z. Linotype-Post, Heft 39/1958, Seite 9 - 14
- 81) Linofilm-System
Z. Linotype-Post, Heft 54/April 1962
- 82) Linofilm.
Linotype GmbH., Berlin und Frankfurt a. M.
1962
- 83) Schirmer, K. H. Zur Messung der gedeckten Flächen von
Rasterfilmen und der bedruckten Fläche
von Rasterdrucken.
Z. FOGRA-Mitteilungen Nr. 33/Juni 1962
Seite 6 - 10
- 84) Matuschke, Walter Automatisierungsbestrebungen in der
Druckindustrie unter besonderer
Berücksichtigung amerikanischer
Verhältnisse.
Vortrag am 20. 7. 1962 im Rahmen der
Vorlesungen am Institut für Druckmaschinen
und Druckverfahren der Technischen
Hochschule Darmstadt.
- 85) Erbe, Hans Funkpressedienst mit dem
Lino-Quick-System.
Linotype-Post, Heft 40/September 1958,
Seite 17 - 19
- 86) Gesetzte Matrizen für Kunststoffplatten.
Z. Der Polygraph
Heft 1/Januar 1958, Seite 11 - 12

Lebenslauf

23. Januar 1926	geboren als erster Sohn des Angestellten Hans Greiner und seiner Frau Rosa geb. Kümmerling in Mellenbach, Kreis Rudolstadt
Ostern 1932	Einführung in die Volksschule in Rudolstadt
Ostern 1936	Übergang zur Oberschule in Rudolstadt
August 1943	Reifevermerk im Anschluß Notdienstverpflichtung und Wehrdienst
August 1945 bis Dezember 1949	Dolmetscher für die amerikanischen Streitkräfte in Bebra Maschinenbaupraktikum in nebenberuflicher Tätigkeit 1946 zwischenzeitlich Teilnahme an einem Sonderlehrgang für Abiturienten, Abitur
1950	Maschinenbaupraktikum
1950 bis 1955	Studium des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule Darmstadt weitere Maschinenbaupraktika in den Semesterferien
November 1955	Abschluß der Diplom-Hauptprüfung
Dezember 1955 bis März 1957	wissenschaftlicher Assistent bei Herrn Professor Eschenbach am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Hochschule Darmstadt
seit April 1957	verantwortliche Tätigkeit in Forschung, Entwicklung und Konstruktion bei der Firma Linotype GmbH Berlin und Frankfurt am Main